



**TUGAS AKHIR - RE 091324**

**PERENCANAAN ZONA AIR MINUM PRIMA  
(ZAMP) PDAM KOTA MALANG DI KECAMATAN  
BLIMBING**

**BARIQUL HAQ  
NRP. 3310 100 071**

**Dosen Pembimbing  
Dr. Ali Masduqi, ST., MT**

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya**

**2014**



**FINAL PROJECT - RE 091324**

**DESIGN OF ZONA AIR MINUM PRIMA (ZAMP)  
PDAM OF MALANG CITY IN BLIMBING  
DISTRICT**

**BARIQUL HAQ  
NRP. 3310 100 071**

**Supervisor  
Dr. Ali Masduqi, ST., MT**

**DEPARTEMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING  
Faculty of Civil Engineering and Planning  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya**

**2014**

**Perencanaan Zona Air Minum Prima (ZAMP) PDAM Kota  
Malang di Kecamatan Blimbing**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada**

**Program Studi S-1 Jurusan Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh:

**BARIQUL HAQ  
NRP. 3310 100 071**

**Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:**



**Dr. Ali Masduqi, S.T., M.T  
NIP. 196801281994031003**



## **PERENCANAAN ZONA AIR MINUM PRIMA (ZAMP) PDAM KOTA MALANG DI KECAMATAN BLIMBING**

**Nama Mahasiswa** : Bariqul Haq  
**NRP** : 3310 100 071  
**Jurusan** : Teknik Lingkungan FTSP-ITS  
**Dosen Pembimbing** : Dr. Ali Masduqi, ST., MT

### **Abstrak**

Zona Air Minum Prima (ZAMP), zona khusus yang ditetapkan oleh PDAM Kota Malang sebagai zona air siap minum. ZAMP merupakan program CATNIP (*Certification and Training for Network Improvement Project*) kerjasama Persatuan Perusahaan Air Minum Seluruh Indonesia (PERPAMSI) dengan US-AID yang bertujuan meningkatkan kualitas air minum melalui program sertifikasi dan pelatihan. Pada tahun 2011 PDAM Kota Malang memiliki 4 ZAMP yaitu zona perumahan Pondok Blimbing Indah (2014 SR), zona Mojolangu (19.517 SR), zona Tlogomas (22.251 SR) dan zona Buring (9.628). Pada perencanaan ini akan dikembangkan ZAMP di Kecamatan Blimbing Kota Malang.

Perencanaan pengembangan Zona Air Minum Prima (ZAMP) PDAM Kota Malang di Kecamatan Blimbing ini dengan direncanakan *District Meter Area* atau DMA II.2 dan DMA II.10 dengan jumlah layanan mencapai 500 S R tiap DMA. Analisis perencanaan ZAMP PDAM di Kecamatan Blimbing Kota Malang ini menggunakan program EPANET 2.0. Selain itu dilakukan analisis mengenai kualitas, kuantitas dan kontinuitas air minum yang akan didistribusikan.

Kualitas air di DMA dipantau secara eksternal dan internal yang dilakukan secara berkala. Kualitas yang dipentingkan pada perencanaan ini adalah sisa klor yang dijaga minimal 0,2 mg/L agar memenuhi parameter kualitas air minum.

**Kata Kunci** : Zona Air Minum Prima ZAMP, PDAM Kota Malang, Kecamatan Blimbing



## **DESIGN OF ZONA AIR MINUM PRIMA (ZAMP) PDAM OF MALANG CITY IN BLIMBING DISTRICT**

**Student Name : Bariqul Haq**  
**NRP : 3310 100 071**  
**Department : Environmental Engineering FTSP-ITS**  
**Lecturer : Dr. Ali Masduqi, ST., MT**

### **Abstract**

Zona Air Minum Prima (ZAMP) is a special zone designated by PDAM of Malang city as zone drinking water. ZAMP is CATNIP's program (Certification and Training for Network Improvement Project) collaboration between Persatuan Perusahaan Air Minum Seluruh Indonesia (PERPAMSI) and US-AID which aims to improve the quality of drinking water through a training and certification program. In 2011 PDAM of Malang city already has 4 Z AMP namely, housing of Pondok Indah Blimbing's zone(2014 SR), Mojolangu's zone (19.517 SR), Tlogomas's zone (22.251 SR) and Buring's zone (9.628). This planning will be undertaken on the development of new ZAMP located in Blimbing District, Malang City.

Zona Air Minum Prima (ZAMP) planning and design PDAM of Malang City in Blimbing District with planned District Meters Area or DMA II.2 and DMA II. 10, with number of service reach 500 SR each DMA. Analysis of planning Zona Air Minum Prima (ZAMP) PDAM of Malang City in Blimbing District using the program EPANET 2.0 for easy in normal use. Besides kinds of analysese about quality, quantity and continuity drinking water are distributed.

The quality of water in dma monitored by external and internal conducted at regular intervals. The quality of being importened in planning these are stills chlorine guarded minimal 0.2 mg / l to fulfill the parameter of quality of drinking water.

**Keywords : Zona Air Minum Prima (ZAMP), PDAM of Malang City, Blimbing District**

## KATA PENGANTAR

Tiada kata yang indah untuk bersyukur kecuali ucapan Hamdallah, segala puji bagi Allah SWT atas segala karunia dan ridho-Nya dan juga utusan-Nya, yaitu Rasulullah SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir berjudul “Zona Air Minum Prima PDAM Kota Malang di Kecamatan Blimbing”. Penulisan laporan tugas akhir ini tidak terlepas dari partisipasi dan bimbingan dari semua pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr.Ali Masduqi, ST, MT yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyiapkan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Prof. Dr. Wahyono Hadi, Ir. Hari Wiko I, MEng. dan Alfian Purnomo, ST., MT sebagai dosen penguji yang banyak member kritik dan masukkan yang membangun pada Penulisan Tugas Akhir ini.
3. Bapak HM Jemianto Dirut PDAM Kota Malang, Bapak Fauzan bidang Perencanaan Teknik, Ibu Endang Bidang Kualitas, Mbak Frida Bidang NRW dan pihak - pihak PDAM Kota Malang lainnya atas bantuan dan bimbingannya selama ini.
4. Orang tua dan keluarga tercinta yang telah memberikan dorongan motivasi, biaya, dan doa.
5. Fahir Hassan, partner Tugas Akhir ini dan keluarganya di Malang yang banyak membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini.
6. Teman – teman satu kontrakan Mulyosari BPD No.18, Williem, Tonang, Afif, Oka, Tama, Hafiz, Dede, Deby dan lain – lain yang tidak bisa disebutkan di sini atas bantuan dan dukungan selama ini.
7. Teman-teman jurusan Teknik Lingkungan ITS Angkatan 2010, dan semua teman-teman yang tidak dapat disebutkan di sini, terima kasih atas segala dukungannya.

Dengan penuh rasa terima kasih, penulis berharap semoga segala kebaikan-kebaikannya akan mendapat balasan dari Allah SWT. Semoga perencanaan ini nantinya akan memberikan manfaat dan inspirasi, khususnya di bidang permasalahan lingkungan.

**Surabaya, Juli 2014**

**Penulis**



## DAFTAR ISI

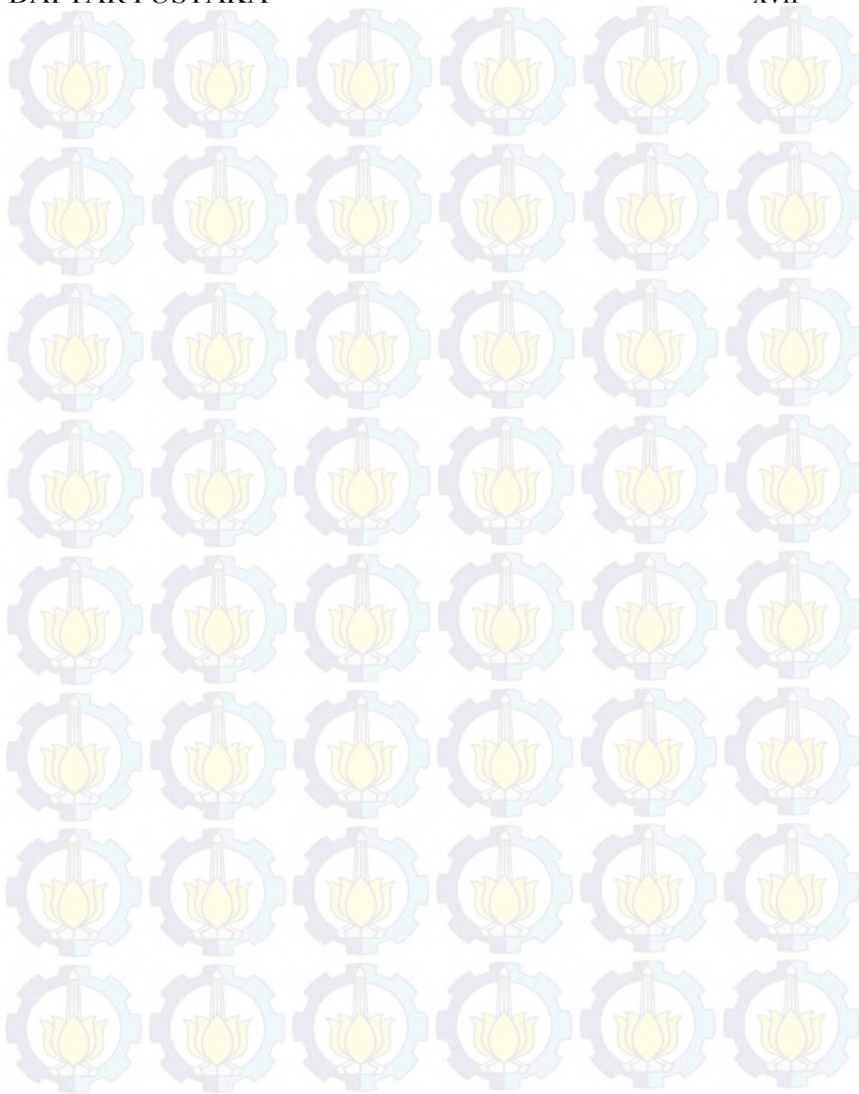
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Ruang Lingkup	2
1.5 Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Sumber Air Baku	5
2.2 Proyeksi Penduduk	6
2.3 Proyeksi Fasilitas Umum	8
2.4 Kualitas Air Minum	8
2.5 Kebutuhan Air	8
2.5.1 Kebutuhan Domestik	8
2.5.2 Kebutuhan Non Domestik	9
2.6 Fluktuasi Kebutuhan Air	16
2.6.1 Kebutuhan Air Rata-Rata Harian	16
2.6.2 Kebutuhan Air Harian Maksimum	16
2.6.3 Kebutuhan Air Jam Puncak	16
2.6.4 Kehilangan Air atau Kebocoran	17
2.7 Sistem Pengaliran dalam Distribusi Air Minum	17
2.7.1 Gravitasi	17
2.7.2 Pompa	18
2.7.3 Kombinasi	18
2.8 Sistem Distribusi Air Minum	18
2.8.1 Sistem Berkelanjutan	18
2.8.2 Sistem Intermitten	18
2.9 Sistem Jaringan Induk Distribusi	19
2.9.1 Loop Atau Melingkar	19

2.9.2 Branch atau Cabang	19
2.10 Pipa	19
2.11 Hidrolika Perpipaan	20
2.12 Kecepatan Aliran	21
2.13 Kehilangan Tekanan	21
2.14 Reservoir	24
2.14.1 Reservoir Permukaan (Ground Reservoir)	24
2.14.2 Reservoir Menara (Elevated Reservoir)	24
2.15 Desinfeksi	24
2.15.1 Cara Kerja Klorin	26
2.15.2 Prinsip-prinsip Pemberian Klorin	26
2.15.3 Metode Klorinasi	27
2.15.4 Sisa Klor	27
2.16 Penyediaan Air Siap Minum	28
2.16.1 Kriteria Pemilihan Area Pelayanan	28
2.16.2 Jaminan Kualitas Air Siap Minum	29
2.17 EPANET	29
2.18 Prmbentukan <i>District Meter Area (DMA)</i>	30
BAB III GAMBARAN UMUM	33
3.1 Wilayah Perencanaan	33
3.1.1 Letak Geografis	33
3.1.2 Batas Wilayah	33
3.1.3 Kependudukan	33
3.1.4 Klimatologi	35
3.1.5 Hidrologi	35
3.1.6 Industri	35
3.2 Kondisi Eksisting Wilayah Perencanaan	36
3.2.1 Sumber Air Baku	36
3.2.2 Pelayanan air Minum	36
3.2.3 Konsep ZAMP	37
BAB IV METODE PERENCANAAN	47
4.1 Kerangka Perencanaan	47
4.2 Metode Pelaksanaan Perencanaan	48
4.2.1 Perijinan	48
4.2.2 Pengumpulan Data	48

4.2.3	Analisa Data	52
4.2.4	Perencanaan	53
4.2.5	Pembahasan	53
4.2.6	Studi Literatur	53
4.2.7	Kesimpulan dan Saran	54
BAB V	ANALISIS DAN PEMBAHASAN	52
5.1	Proyeksi Penduduk	55
5.1.1	Pemilihan Metode Proyeksi	56
5.2	Proyeksi Fasilitas Umum	59
5.3	Kebutuhan Air	59
5.3.1	Kebutuhan Air Domestik	60
5.3.2	Kebutuhan Air Non Domestik	60
5.4	Pemodelan Jaringan	62
5.4.1	Analisis Jaringan Pipa Eksisting	66
5.4.2	Pembentukan Zona	69
5.4.3	Pembentukan <i>District Meter Air (DMA)</i>	72
•	Jaringan Baru	69
•	Analisis Kebocoran	79
•	Analisis kualitas	80
BAB VI	GAMBAR TEKNIS	111
6.1	<i>Detail Junction</i>	111
6.2	Penanaman Pipa	113
BAB VII	<i>BILL OF QUALITY (BOQ) DAN RENCANA</i>	
	ANGGARAN BIAYA (RAB)	119
7.1	<i>Bill Of Quality (BOQ)</i> dan RAB Pipa	119
7.1.1	Pengadaan Pipa	119
7.1.2	Pengadaan Aksesoris Pipa	120
7.2	BOQ dan RAB Penanaman Pipa	122
7.2.1	BOQ Penggalan Pipa Normal	122
7.2.2	Volume Galian Tanah	123
7.2.3	Volume Urugan Tanah	124
7.2.4	Volume Urugan Pasir	124
7.2.5	Volume Tanah Dibuang	125
BAB VIII	KESIMPULAN	133
8.1	Kesimpulan	133

8.2 Saran  
DAFTAR PUSTAKA

133  
xvii





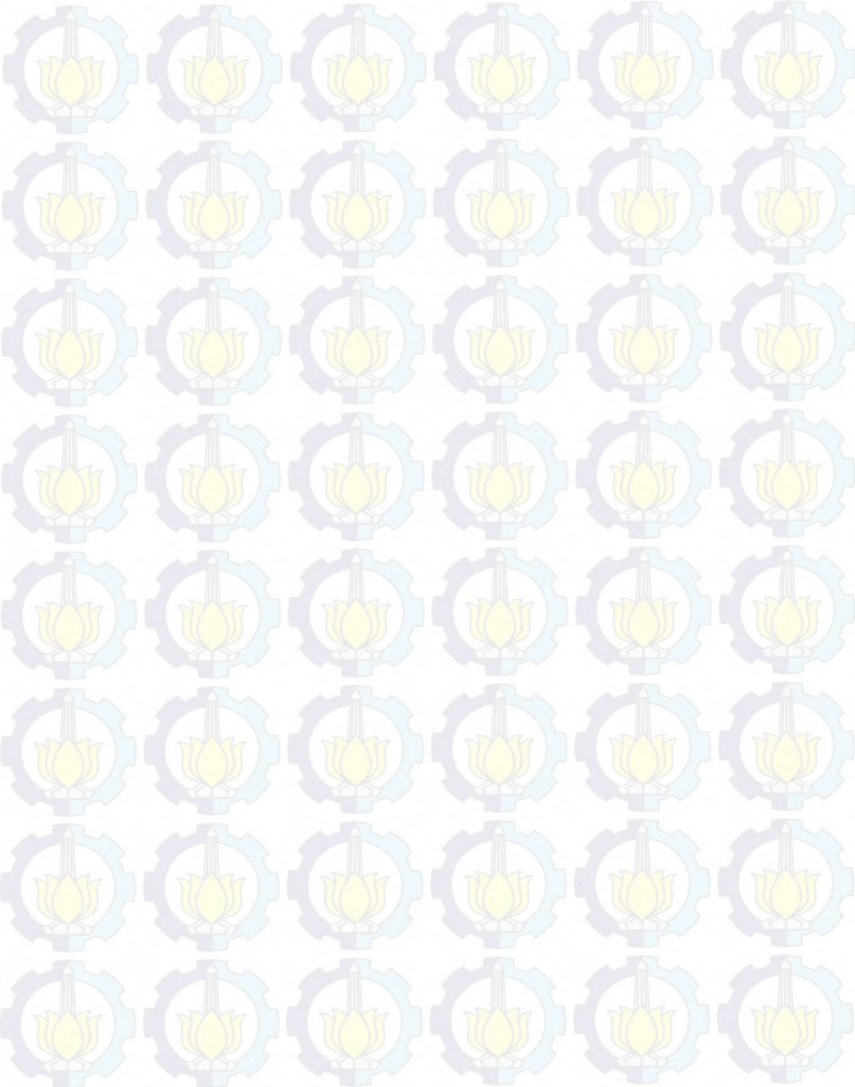
## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter Wajib Kualitas Air Minum	9
Tabel 2.2 Parameter Pendukung Kualitas Air Minum	11
Tabel 2.3 Kriteria Perencanaan Air Bersih	15
Tabel 2.4 Standar Kebutuhan Air Non Domestik Kategori I,II,III dan IV	15
Tabel 2.5 Jenis Diameter Pipa yang Diproduksi	20
Tabel 2.6 Kelebihan dan Kekurangan Bahan Pipa	22
Tabel 2.7 Koefisien Hazen William	23
Tabel 3.1 Jumlah Penduduk Kecamatan Blimbing Tahun 2012	34
Tabel 3.2 Sumber Air Baku PDAM Kota Malang	36
Tabel 3.3 Hasil Uji Kualitas Air Minum Sumber Wendit I	40
Tabel 3.4 Uji Jkualitas Air Minum Pelanggan PDAM Kota Malang	44
Tabel 4.1 Data Survey Lapangan	49
Tabel 4.2 Form Surve Sisa Klor Pada Jaringan Distribusi Eksisting	50
Tabel 5.1 Pertumbuhan Penduduk Kecamatan Blimbing	56
Tabel 5.2 Perhitungan Nilai Korelasi dengan Metode Aritmatik	57
Tabel 5.3 Perhitungan Nilai Korelasi dengan Metode Geometri	58
Tabel 5.4 Perhitungan Nilai Korelasi dengan Metode <i>Least Square</i>	59
Tabel 5.5 Perhitungan Proyeksi Penduduk Kecamatan Blimbing Kota Malang	61
Tabel 5.6 Perhitungan Proyeksi Penduduk Kelurahan	62
Tabel 5.7 Proyeksi Fasilitas Umum Kecamatan Blimbing	65
Tabel 5.8 Kebutuhan Air Menurut Ukuran Kota	68
Tabel 5.9 Kebutuhan Air Domestik Kecamatan Blimbing	69
Tabel 5.10 Kebutuhan Air Non Domestik Kecamatan Blimbing Kota Malang tahun 2027	70
Tabel 5.11 Kapasitas Sumber/Tandon	72
Tabel 5.12 Hasil Survei Kooedinat Letak dan Elevasi pipa	76
Tabel 5.13 Pembentukan Zona di Kecamatan Blimbing	75
Tabel 5.14 Pembentukan <i>District Meter Area (DMA)</i>	82

Tabel 5.15 Kebutuhan Air DMA pada Zona I dan II	83
Tabel 5.16 Perubahan Diameter Pipa Primer	84
Tabel 5.17 Hasil Sampling Sisa Klor	92
Tabel 5.18 Hasil Pemodelan Penurunan Sisa Klor dengan Program EPANET 2.0	94
Tabel 5.19 Hasil Pemodelan Penurunan Sisa Klor dengan Program EPANET 2.0 Pada DMA II.1	101
Tabel 5.20 Hasil Pemodelan Penurunan Sisa Klor dengan Program EPANET 2.0 Pada DMA II.10	103
Tabel 5.21 Frekuensi dan Jumlah Sampel Pengujian Kualitas Air	107
Tabel 6.1 Simbol – Simbol Detail Junction	111
Tabel 6.2 Panjang dan Diameter Pipa yang Ditanam	114
Tabel 7.1 <i>Bill Of Quality (BOQ)</i> dan RAB Pipa	120
Tabel 7.2 <i>Bill Of Quality BOQ</i> dan Rencana Anggaran Biaya (RAB)	120
Tabel 7.3 Harga Pengadaan Aksesoris Pipa	121
Tabel 7.4 Standar Urutan Galian Yang Diperkenankan	124
Tabel 7.5 Perhitungan Harga Satuan Galian Normal Pipa	126
Tabel 7.6 Perhitungan BOQ Galian Normal Pipa Distribusi	127
Tabel 7.7 Perhitungan BOQ dan RAB Galian Normal	133

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ground Reservoir	24
Gambar 2.2 Elevated Reservoir	25
Gambar 3.1 Wilayah Perencanaan	33
Gambar 3.2 Contoh Sistem Jaringan Distribusi ZAMP PDAM Kota Malang	43
Gambar 3.3 Sebaran Fasilitas Pendukung Sistem ZAMP PDAM Kota Malang	43
Gambar 4.1 Kerangka Perencanaan	45
Gambar 4.1 Kmpparator	48
Gambar 5.1 Pipa Transmisi Siatem Wendit 1	63
Gambar 5.2 Pipa Transmisi Siatem Wendit 2	64
Gambar 5.3 Pipa Transmisi Siatem Wendit 3	65
Gambar 5.4 Pemodelan Sistem Jaringan Pipa Eksisting PDAM dengan Program EPANET 2.0	71
Gambar 5.5 Zona ZAMP Kecamatan Blimbing	79
Gambar 5.6 DMA Pada Zona I dan II	80
Gambar 5.7 <i>Blind Flange</i>	81
Gambar 5.8 <i>Pressure Reducing Valve (PRV)</i>	83
Gambar 5.9 Hasil <i>Running</i> EPANET 2.0 Jaringan Baru	85
Gambar 5.10 DMA II.2 dan DMA II.10	87
Gambar 5.11 Penempatan Valve Pada DMA II.2	88
Gambar 5.12 Pengambilan Air Sampling	89
Gambar 5.13 Hasil Reaksi dengan Perreaksi sisa klor	90
Gambar 5.14 Hasil Analisis Sisa Klor dengan Komparator	91
Gambar 5.15 Hasil Reaksi Sisa klor menggunakan Program <i>EPANET 2.0</i>	93
Gambar 5.16 Hasil Pemodelan Sisa Klor dengan Program <i>EPANET 2.0</i>	100
Gambar 5.17 Hasil Pemodelan Penurunan Konsentrasi Sisa Klor dengan Program EPANET 2.0	108
Gambar 5.18 <i>Recidual Chlorine Monitoring (RCM)</i>	109
Gambar 5.19 <i>Recidual Chlorine Monitoring (RCM)</i> pada Sistem	109





# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Zona Air Minum Prima (ZAMP) adalah zona khusus yang ditetapkan oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) untuk layanan air siap minum. Air yang disalurkan ke kawasan tersebut sudah sehat dan aman untuk diminum secara langsung dari kran meter pertama (PERPAMSI, 2003). ZAMP merupakan program CATNIP (*Certification and Training for Network Improvement Project*) hasil kerjasama antara Persatuan Perusahaan Air Minum Seluruh Indonesia (PERPAMSI) dengan US-AID (PERPAMSI, 2003). Program tersebut bertujuan untuk meningkatkan kualitas air minum melalui program sertifikat dan pelatihan untuk perbaikan jaringan perpipaan PDAM. Program kerjasama ini pada tahap awal dipilih tiga PDAM, yaitu PDAM Kota Malang, Medan dan Bogor. Ketiga wilayah tersebut merupakan PDAM percontohan untuk mewujudkan pelayanan air yang langsung dapat diminum di salah satu zona yang ditentukan (PERPAMSI, 2003). Program ZAMP ini mengembalikan lagi fungsi PDAM sebagai perusahaan penyedia air minum karena PDAM hanya bisa menyediakan air bersih.

PDAM Kota Malang merupakan salah satu percontohan dalam hal penerapan program ZAMP. PDAM Kota Malang sudah memiliki empat ZAMP. Zona pertama yaitu Perumahan Pondok Blimbing Indah (PBI) dengan 2.014 S R, zona kedua yaitu Mojolangu dengan 19.517 SR, zona ketiga yaitu Tlogomas dengan 22.251 SR dan zona keempat yaitu Buring dengan 9.628 S R (PDAM, 2011). Program ZAMP mendapat tanggapan positif dari masyarakat dan instansi-instansi di Kota Malang. Hal ini dibuktikan dengan banyaknya proposal permintaan ZAMP yang masuk ke PDAM Kota Malang. Ini yang menjadikan salah satu pertimbangan PDAM Kota Malang akan melakukan pengembangan program ZAMP ini ke daerah - daerah Kota Malang lainnya (Malang Post, 2013). Menurut HM Jemianto Direktur Utama PDAM Kota Malang (2013), jumlah pelanggan ZAMP sudah mencapai 82% pada tahun 2013. Menurut Fauzan bagian

perencanaan teknik PDAM Kota Malang (2014), pada tahun 2014 direncanakan wilayah Kota Malang sudah menjadi ZAMP 100%, sehingga dibutuhkan perencanaan ZAMP baru di daerah-daerah yang belum menjadi ZAMP seperti Kecamatan Blimbing.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah yang akan dibahas dalam tugas akhir ini untuk merencanakan pengembangan Zona Air Minum Prima (ZAMP) PDAM Kota Malang di Kecamatan Blimbing adalah :

1. Bagaimana perencanaan pengembangan ZAMP PDAM Kota Malang di Kecamatan Blimbing dengan melihat kondisi eksisting sarana yang sudah ada?
2. Bagaimana menjaga kualitas air distribusi hasil olahan agar dapat diterima masyarakat dengan memenuhi standar baku mutu air minum?

### **1.3 Tujuan**

Tujuan penyusunan tugas akhir Perencanaan Zona Air Minum Prima (ZAMP) PDAM Kota Malang di Kecamatan Blimbing ini adalah:

1. Menentukan rencana pengembangan ZAMP PDAM Kota Malang di Kecamatan Blimbing dengan melihat kondisi eksisting sarana yang sudah ada.
2. Menentukan rencana distribusi air hasil olahan agar dapat diterima masyarakat dengan memenuhi baku mutu air minum (sisal klor).

### **1.4 Ruang Lingkup**

Mengingat banyaknya permasalahan yang harus dibahas dan keterbatasan waktu maka dalam Perencanaan ZAMP PDAM Kota Malang di Kecamatan Blimbing ini dibatasi pada:

1. Pengumpulan data primer dan sekunder yang menunjang dalam mengembangkan sistem jaringan distribusi air minum adalah:
  - a. Primer
    - Survei lapangan daerah yang akan direncanakan

- Sampling kualitas air siap minum di ZAMP yang sudah ada
- b. Sekunder:
  - Peta jaringan jalan
  - Peta jaringan distribusi
  - Peta RTRW
  - Peta administrasi
  - Data penduduk Kecamatan Blimbing
  - Data fasilitas umum
  - Data sumber air ( kualitas, kuantitas dan kontinuitas)
  - Data rencana pengembangan sistem distribusi
- 2. Perencanaan jaringan baru berdasarkan pada rencana pengembangan ZAMP PDAM Kota Malang di Kecamatan Blimbing beserta gambar-gambar teknis yang diperlukan.
- 3. Perhitungan proyeksi kebutuhan air
- 4. Model jaringan ZAMP untuk area yang direncanakan menggunakan software aplikasi EPANET 2.0.
- 5. Desinfeksi menggunakan gas klor
- 6. Rencana Anggaran Biaya (RAB)
- 7. Prosedur pemantauan dan perawatan
- 8. Daerah pelayanan yang direncanakan merupakan kawasan yang dilayani oleh PDAM Kota Malang.

### **1.5 Manfaat**

Manfaat dari perencanaan Zona Air Minum Prima (ZAMP) PDAM Kota Malang di Kecamatan Blimbing adalah :

1. Memberikan alternatif kepada PDAM Kota Malang mengenai rencana pengembangan, pemantauan dan perawatan sistem distribusi ZAMP di masa yang akan datang.
2. Sebagai referensi terkait perencanaan sistem distribusi air siap minum.





## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sumber Air Baku**

Sumber air baku untuk air bersih secara garis besar dapat digolongkan menjadi empat bagian, yaitu: air laut, air atmosfer atau air hujan, air permukaan dan air tanah yang masing-masing mempunyai karakteristik yang berbeda-beda ditinjau dari segi kualitas dan kuantitasnya (Sutrisno, dkk, 2004)

##### **a. Air laut**

Mempunyai sifat asin, karena mengandung garam NaCl. Kadar garam NaCl dalam air laut 3%, dengan keadaan ini maka air laut jarang digunakan sebagai air baku untuk keperluan air minum karena tidak memenuhi syarat untuk air minum.

##### **b. Air atmosfer atau air hujan**

Dalam keadaan murni, sangat bersih, karena dengan adanya pengotoran udara yang disebabkan oleh kotoran-kotoran industri/debu dan lain sebagainya. Air hujan mempunyai sifat agresif terhadap pipa-pipa penyalur maupun bak-bak *reservoir* karena pada umumnya air hujan mempunyai pH rendah, sehingga dapat mempercepat terjadinya korosi. Air hujan juga mempunyai sifat lunak (soft water) karena kurang mengandung larutan garam dan zat mineral, sehingga akan boros dalam pemakaian sabun dan terasa kurang segar.

##### **c. Air permukaan**

Air permukaan adalah air yang mengalir di permukaan bumi. Pada umumnya air permukaan ini akan mendapat pengotoran selama pengalirannya, misalnya lumpur, batang-batang kayu, daun-daun, kotoran industri kota, limbah domestik rumah tangga, dan sebagainya. Jenis pengotorannya adalah merupakan kotoran fisik, kimia dan bakteriologi. Air permukaan merupakan sumber air yang relatif cukup besar, akan tetapi karena kualitasnya kurang baik maka perlu pengolahan. Air permukaan ada 2 macam, yaitu :

##### **1. Air sungai**

Dalam penggunaannya sebagai air minum, haruslah mengalami suatu pengolahan yang sempurna mengingat bahwa air sungai pada umumnya mempunyai derajat pengotoran yang tinggi sekali. Sedangkan debit yang tersedia untuk memenuhi kebutuhan akan air minum pada umumnya dapat mencukupi.

## 2. Air rawa atau danau

Kebanyakan air rawa berwarna yang disebabkan oleh adanya zat-zat organik yang telah membusuk, misalnya asam humus yang larut dalam air yang menyebabkan warna kuning coklat. Dengan adanya pembusukan, kadar zat organik tinggi maka kadar Fe dan Mn akan tinggi dan kelarutan O<sub>2</sub> kurang sekali (anaerob). Oleh karena itu unsur Fe dan Mn akan larut, jadi untuk pengambilan air sebaiknya pada kedalaman tertentu di tengah-tengah agar endapan – endapan Fe dan Mn tidak terbawa.

## d. Air Tanah

Pada umumnya air tanah mempunyai kualitas yang cukup baik, dan apabila dilakukan pengambilan yang baik dan bebas dari pengotoran dapat dipergunakan langsung. Untuk melindungi pemakaian air dari bahaya terkontaminasi melalui air diperlukan proses klorinasi.

Menurut Sutrisno, air tanah terbagi atas tiga bagian besar, yaitu :

1. Air tanah dangkal
2. Air tanah dalam
3. Mata air

## 2.2 Proyeksi Penduduk

Proyeksi jumlah penduduk di masa mendatang dapat dilakukan dengan tiga metode yaitu :

### a. Metode Aritmatik

Jumlah perkembangan penduduk dengan menggunakan metode ini dirumuskan sebagai berikut (Muliakusumah, 1998)

$$P_n = P_0 (1 + r.n) \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

$P_n$  = jumlah penduduk pada akhir tahun ke-n (jiwa)

$P_o$  = jumlah penduduk pada tahun yang ditinjau (jiwa)  
 $r$  = angka pertambahan penduduk per tahun (%)  
 $n$  = jumlah tahun proyeksi (tahun)

b. Metode Geometrik

Jumlah perkembangan penduduk dengan menggunakan metode ini dirumuskan sebagai berikut (Rusli, 1996 : 115).

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

Dimana :

$P_n$  = jumlah penduduk pada akhir tahun ke-n (jiwa)  
 $P_o$  = jumlah penduduk pada tahun yang ditinjau (jiwa)  
 $r$  = angka pertambahan penduduk tiap tahun (%)  
 $n$  = jumlah tahun proyeksi (tahun)

c. Metode *Least Square*

Metode ini digunakan untuk garis regresi linier yang berarti data perkembangan penduduk masa lampau menggambarkan kecenderungan garis linier, meskipun perkembangan penduduk tidak selalu bertambah. Untuk metode ini, digunakan persamaan:

$$P_n = a + (b \cdot x) \dots\dots\dots (2.2)$$

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \dots\dots\dots (2.3)$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \dots\dots\dots (2.4)$$

dimana:

$P_n$  = jumlah penduduk tahun ke-n  
 $a$  dan  $b$  = konstanta  
 $x$  = urutan data

Dalam penggunaan metode perhitungan yang akan digunakan, maka dibagi berdasarkan harga koefisien yang paling mendekati satu. Sesuai atau tidaknya analisis yang akan dipilih ditentukan dengan nilai koefisien korelasi yang berkisar antara 0 sampai 1. Persamaan koefisien korelasinya adalah:



$$r = \frac{n(\Sigma x.y) - (\Sigma x)(\Sigma y)}{\sqrt{[n(\Sigma y^2) - (\Sigma y)^2].[n(\Sigma x^2) - (\Sigma x)^2]}} \dots\dots\dots(2.5)$$

### 2.3 Proyeksi Fasilitas Umum

Menurut Mantra (2003), fasilitas yang dibutuhkan masyarakat berbanding lurus dengan jumlah penduduk yang menggunakan fasilitas tersebut, sehingga dapat dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah ini

$$Fn = w.Fo, W = Po/Pn \dots\dots\dots(2.6)$$

dimana:

- Fn = jumlah fasilitas tahun ke-n,
- Fo = jumlah fasilitas tahun ke-0,
- W = perbandingan jumlah penduduk tahun ke-n dengan jumlah penduduk tahun ke-0.
- Pn = jumlah penduduk yang diperkirakan pada tahun ke-n (jiwa)
- Po = jumlah penduduk pada akhir tahun data (jiwa)

### 2.4 Kualitas Air minum

Kualitas air minum didasarkan pada Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 pada pasal 3 nomor 1 menyebutkan bahwa air minum yang aman bagi kesehatan harus memenuhi persyaratan fisik, mikrobiologis, kimiawi dan radioaktif yang dimuat dalam parameter wajib dan parameter tambahan. Parameter-parameter tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2.

### 2.5 Kebutuhan Air

Menurut Safii (2012), kebutuhan air baku dalam suatu kota diklasifikasikan antara lain :

#### 2.5.1 Kebutuhan Domestik

Kebutuhan domestik adalah kebutuhan air bersih untuk pemenuhan kebutuhan sehari-hari atau rumah tangga seperti untuk

minum, memasak, kesehatan individu (mandi, cuci dan sebagainya), menyiram tanaman, halaman dan pengangkutan air buangan (buangan dapur dan toilet). Besarnya kebutuhan air untuk keperluan domestik dapat dilihat pada Tabel 2.3.

### 2.5.2 Kebutuhan Non Domestik

Kebutuhan non domestik adalah kebutuhan air baku yang digunakan untuk beberapa kegiatan seperti untuk kebutuhan nasional, komersial, industry dan fasilitas umum. Standar kebutuhan air non domestik adalah kebutuhan air bersih diluar keperluan rumah tangga. Standar kebutuhan air bersih non domestik dapat dilihat pada Tabel 2.4.

**Tabel 2.1 Parameter Wajib Kualitas Air Minum**

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter Mikrobiologi		
	1) E. Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0
	2) Total Bakteri Koliform	Jumlah per 100 ml sampel	0
	b. Kimia an-organik		
	1) Arsen	mg/L	0,01
	2) Fluorida	mg/L	1,5
	3) Total Kromium	mg/L	0,05
	4) Kadmium	mg/L	0,003
	5) Nitrit, (sebagai NO <sub>2</sub> -)	mg/L	3

**Lanjutan Tabel 2.1**

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan
2	Parameter yang tidak berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter Fisik		
	1) Bau		Tidak ada
	2) Warna	TCU	15
	3) Total Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/L	500
	4) Kekeruhan	NTU	5
	5) Rasa		Tidak ada
	6) Suhu	°C	Suhu $\pm$ 3
	b. Parameter Kimiawi		
	1) Alumunium	mg/L	0,2
	2) Besi	mg/L	0,3
	3) Kesadahaan	mg/L	500
	4) Khlorida	mg/L	250
	5) Mangan	mg/L	0,4
	6) pH	mg/L	6,5-8,5
	7) Seng	mg/L	3
	8) Sulfat	mg/L	250
	9) Tembaga	mg/L	2
	10) Amonia	mg/L	1,5

Sumber : PERMENKES Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010



**Tabel 2.2 Parameter Pendukung Kualitas Air Minum**

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan
1.	Kimiawi		
a.	Bahan Anorganik		
	Air Raksa	mg/L	0,001
	Antimon	mg/L	0,02
	Barium	mg/L	0,7
	Boron	mg/L	0,5
	Molybdenum	mg/L	0,07
	Nikel	mg/L	0,07
	Sodium	mg/L	200
	Timbal	mg/L	0,01
	Uranium	mg/L	0,015
b.	Bahan Organik		
	Zat Organik (KMnO <sub>4</sub> )	mg/L	10
	Detergen	mg/L	0,05
	Chlorinated Alkanes		
	Carbon tetrachloride	mg/L	0,004
	Dichloromethane	mg/L	0,02
	1,2-Dichloroethane	mg/L	0,05
	Chlorinated ethenes		
	1,2-Dichloroethane	mg/L	0,05
	Trichloroethene	mg/L	0,02
	Tetrachloroethene	mg/L	0,04
	Aromatic Hydrocarbons		
	Benzene	mg/L	0,01

**Lanjutan Tabel 2.2**

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan
	Toluene	mg/L	0,7
	Xylenes	mg/L	0,5
	Ethylbenzene	mg/L	0,3
	Styrene	mg/L	0,02
	Chlorinated Benzenes		
	1,2-Dichlorobenzene (1,2-DCB)	mg/L	1
	1,4-Dichlorobenzene (1,4-DBC)	mg/L	0,3
	Lain-lain		
	Di(2-ethylhexyl)phthalate	mg/L	0,008
	Acrylamide	mg/L	0,0005
	Epichlorobutadiene	mg/L	0,0004
	Hexachlorobutadiene	mg/L	0,0006
	Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA)	mg/L	0,6
	Nitrilotriacetic acid (NTA)	mg/L	0,2
c.	Pestisida		
	Alachlor	mg/L	0,02
	Aldicarb	mg/L	0,01
	aldrin dan dieldrin	mg/L	0,00003
	Atrazine	mg/L	0,002
	Carbofuran	mg/L	0,007
	Chlordane	mg/L	0,0002
	Clhorotoluron	mg/L	0,03
	DDT	mg/L	0,001

**Lanjutan Tabel 2.2**

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan
	1,2-Dibromo-3-chloropropane (DBCP)	mg/L	0,001
	2,4-Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D)	mg/L	0,03
	1,2-Dichloropropane	mg/L	0,04
	Isoproturon	mg/L	0,009
	Lindane	mg/L	0,002
	MCPA	mg/L	0,002
	Methoxychlor	mg/L	0,02
	Metolachlor	mg/L	0,01
	Molinate	mg/L	0,006
	Pendimethalin	mg/L	0,02
	Pentachlorophenol (PCP)	mg/L	0,009
	Permethrin	mg/L	0,3
	Simazine	mg/L	0,002
	Trifluralin	mg/L	0,02
	Chlorophenoxy herbicides selain 2,4-D dan MCPA		
	2,4-DB	mg/L	0,09
	Dichlorprop	mg/L	0,1
	Fenoprop	mg/L	0,009
	Mecoprop	mg/L	0,001
	2,4,5-Trichlorophenoxyacetic acid	mg/L	0,009
d.	Desinfektan dan Hasil Sampingnya Desinfektan		
	Chlorine	mg/L	5

**Lanjutan Tabel 2.2**

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan
<b>Hasil Sampingan</b>			
	Bromate	mg/L	0,01
	Chlorate	mg/L	0,7
	Chlorite	mg/L	0,7
	Chlorophenols		
	2,4,6-Trichlorophenol (2,4,6_TPC)	mg/L	0,2
	Bromoform	mg/L	0,1
	Dibromochloromethane (DBCM)	mg/L	0,1
	Bromodichloromethane (BDCM)	mg/L	0,06
	Chloroform	mg/L	0,3
	Chlorinated acetic acids		
	Dichloroacetic acid	mg/L	0,05
	Trichloroacetic acid	mg/L	0,02
	Chloral hydrate		
	Halogenated acetonitrilies		
	Dichloroacetonitrile	mg/L	0,02
	Dibromoacetonitrile	mg/L	0,07
	Cyanogen chloride (sebagai CN)	mg/L	0,07
2.	Radioaktifitas		
	Gross alpha activity	Bq/L	0,1
	Gross beta activity	Bq/L	1

*Sumber : PERMENKES Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010*



**Tabel 2.3 Kriteria Perencanaan Air Bersih**

No	Kategori	Ukuran Kota	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kebutuhan Air (L/orang/hari)
1	I	Metropolitan	> 1.000.000	190
2	II	Besar	500.000 s/d 1.000.000	170
3	III	Sedang	100.000 s/d 500.000	150
4	IV	Kecil	20.000 s/d 100.000	130
5	V	Pedesaan	< 20.000	30

*Sumber: Direktorat Jendral Cipta Karya 1998*

**Tabel 2.4 Standar Kebutuhan Air Non Domestik Kategori I, II, III dan IV**

No	Sektor	Besaran	Satuan
1	Sekolah	10	L/murid/hari
2	Rumah Sakit	200	L/tempat tidur/hari
3	Puskesmas	2000	L/hari
4	Masjid	2000	L/hari
5	Kantor	10	L/pegawai/hari
6	Pasar	12000	L/hektar/hari
7	Hotel	150	L/tempat tidur/hari
8	Rumah Makan	100	L/tempat duduk/hari
9	Kompleks Militer	60	L/orang/hari
10	Kawasan Industri	0,2-0,8	L/detik/ha
11	Kawasan Pariwisata	0,1-0,3	L/detik/ha

*Sumber: Direktorat Jendral Cipta Karya 1998*

## 2.6 Fluktuasi Kebutuhan Air

Fluktuasi adalah prosentase pemakaian air pada tiap jam yang tergantung dari aktivitas penduduk, adat istiadat atau kebiasaan penduduk serta pola tata kota. Sehingga kebutuhan air tiap waktu menjadi berubah/berfluktuasi. Untuk mendapatkan pelayanan kepada konsumen secara maksimal, hal ini perlu diperhitungkan. Fluktuasi kebutuhan air didasarkan kepada kebutuhan air harian maksimum ( $Q_{max}$ ) serta kebutuhan air jam maksimum ( $Q_{peak}$ ) dengan referensi kebutuhan air rata-rata (Joko, 2010).

### 2.6.1 Kebutuhan Air Rata-Rata Harian

Kebutuhan air rata-rata harian ( $Q_{av}$ ) adalah jumlah air per hari yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan domestik, non domestik dan kehilangan air.

### 2.6.2 Kebutuhan Air Harian Maksimum

Kebutuhan air harian maksimum ( $Q_{max}$ ) merupakan jumlah air terbanyak yang diperlukan pada satu hari dalam waktu satu tahun berdasarkan nilai  $Q$  rata-rata harian. Untuk menghitungnya diperlukan factor fluktuasi kebutuhan harian maksimum

$$Q_{max} = f_{max} \cdot Q_{av} \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana :

$Q_{max}$  = Kebutuhan air harian maksimum (litr/det)

$f_{max}$  = Faktor harian maksimum (  $1 < f_{max} \cdot \text{hour} < 1,5$  )

$Q_{av}$  = Kebutuhan air rata-rata harian (litr/det)

### 2.6.3 Kebutuhan Air Jam Puncak

Kebutuhan air jam maksimum ( $Q_{peak}$ ) adalah jumlah air terbanyak yang diperlukan pada jam-jam tertentu. Untuk menghitungnya diperlukan faktor fluktuasi kebutuhan jam maksimum ( $f_{peak}$ ).

$$Q_{peak} = f_{peak} \cdot Q_{max} \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana :

$Q_{peak}$  = Kebutuhan air jam maksimum (litr/det)

$f_{peak}$  = Faktor fluktuasi jam maksimum (  $1,5 - 2,5$  )

$Q_{max}$  = Kebutuhan air harian maksimum (litr/det)

#### **2.6.4 Kehilangan Air atau Kebocoran**

Kehilangan air adalah selisih antara banyaknya air yang disediakan dengan air yang dikonsumsi. Pada suatu perencanaan system distribusi kehilangan air akan selalu ada. Dalam merencanakan system distribusi air minum harus memperhitungkan kehilangan air agar titik pelayanan tetap dapat terpenuhi kebutuhannya akan air. Menurut Anonim (2010) kehilangan air memiliki 3 macam pengertian yaitu:

a. Kehilangan air rencana

Kehilangan air yang dialokasikan untuk melancarkan oprasional dan pemeliharaan fasilitas penyediaan air. Kehilangan ini akan diperhitungkan dalam penetapan harga air dimana biaya akan dibebankan pada konsumen.

b. Kehilangan percuma

Menyangkut aspek penggunaan fasilitas penyediaan air bersih serta pengelolaannya. Kehilangan air percuma ini dibagi menjadi 2 macam yaitu bocor dan terbuang.

c. Kehilangan air insidental

Adalah kehilangan air diluar kuasa manusia seperti bencana alam.

Perhitungan perencanaan penyediaan air bersih digunakan istilah kehilangan air rencana, dengan anggapan bahwa kehilangan air percuma dan insidental termasuk di dalamnya. Besarnya kehilangan air ini direncanakan sebanyak 15-20% dari kebutuhan total air domestik dan non domestik.

#### **2.7 Sistem Pengaliran Dalam Distribusi Air Minum**

Terdapat tiga sistem pengaliran dalam mendistribusikan air minum, yaitu:

##### **2.7.1 Gravitasi**

Sistem ini digunakan bila elevasi sumber air baku atau pengolahan jauh berada di atas elevasi daerah pelayanan dan sistem



ini dapat memberikan energi potensial yang cukup tinggi hingga pada daerah pelayanan terjauh. Sistem ini merupakan yang paling menguntungkan karena pengoprasian dan pemeliharaannya mudah dilakukan.

### **2.7.2 Pompa**

Sistem ini digunakan bila beda elevasi antara sumber air atau instalasi dengan daerah pelayanan tidak dapat memberikan tekanan yang cukup, sehingga air yang akan didistribusikan dipompa langsung ke jaringan distribusi. Kelemahan system ini dalam hal biaya yang besar karena dibutuhkan pompa untuk pengaliran.

### **2.7.3 Kombinasi**

System ini merupakan system pengaliran dimana air baku dari sumber air atau instalasi pengolahan dialirkan ke jaringan pipa distribusi dengan menggunakan pompa atau *reservoir* distribusi, baik dioprasikan secara bergantian ataupun bersama-sama dan disesuaikan dengan keadaan topografi daerah pelayanan.

## **2.8 Sistem Distribusi Air Minum**

Air yang akan disuplai melalui pipa induk akan didistribusikan melalui dua alternative sistem yaitu:

### **2.8.1 Sistem Berkelanjutan**

Air yang akan disuplai dan didistribusikan kepada konsumen secara terus-menerus selama 24 jam. Sistem ini biasanya diterapkan bila pada setiap waktu kuantitas air baku dapat mensuplai seluruh kebutuhan konsumen di daerah yang dilayani.

### **2.8.2 Sistem Intermitten**

Air yang akan disuplai dan didistribusikan kepada konsumen hanya selam beberapa jam dalam satu hari. Biasanya berkisar antara 2 sampai 4 jam untuk sore hari . Sistem ini biasanya diterapkan bila kuantitas dan tekanan air yang cukup tidak tersedia.

## 2.9 Sistem Jaringan Induk Distribusi

Sistem jaringan induk distribusi dalam sistem penyediaan air minum ini terdapat sistem melingkar, cabang dan kombinasi.

### 2.9.1 Loop atau Melingkar

Jaringan pipa induk distribusi saling berhubungan satu dengan yang lain membentuk lingkaran-lingkaran, sehingga pada pipa induk tidak ada pipa mati (*dead end*) dan air akan mengalir ke suatu titik yang dapat melalui beberapa arah (Anonim, 2010). Sistem ini biasanya diterapkan pada:

- a. Daerah dengan jaringan jalan yang berhubungan
- b. Daerah yang perkembangan kotanya cenderung kesegala arah
- c. Keadaan topografi yang relatif datar.

### 2.9.2 Branch atau Cabang

Air hanya mengalir dari satu arah dan pada setiap ujung pipa akhir daerah pelayanan terhadap titik akhir (*dead end*). Sistem ini biasanya digunakan pada daerah dengan sifat-sifat sebagai berikut:

- a. Perkembangan kota kearah memanjang
- b. Sarana jaringan jalan tidak saling berhubungan
- c. Keadaan topografi dengan kemiringan medan yang menuju satu arah.

## 2.10 Pipa

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam memilih jenis pipa adalah (Buku Pedoman/Petunjuk Teknik dan Manual Air Minum Perkotaan; 260):

- a. Diameter pipa yang umum ada dipasaran
- b. Kualitas air yang akan dialirkan
- c. Karakteristik Tanah dan air tanah tempat pipa akan ditanam
- d. Kondisi lingkungan tempat pipa akan diletakkan
- e. Sistem pengaliran

- f. Pertimbangan Operasional dan perawatan serta biaya operasi.

Jenis pipa yang akan dipergunakan seharusnya telah memenuhi ke 6 (enam) kriteria diatas. Jenis pipa dengan besar diameter yang diproduksi adalah sebagai berikut:

**Tabel 2.5 Jenis Diameter Pipa Yang Diproduksi**

Jenis Pipa	Diameter Pipa (mm)
PVC	16 – 630
GIP	16 – 200
Steel	100 – 3.600
Fiber Glass	250 – 2.500
ACP	80 – 600
PSC	300 – 3.500
HDPE/MDPE	20 – 630

### 2.11 Hidrolika Perpipaan

Perilaku air secara fisik yang dipelajari dalam hidrolika meliputi hubungan antara debit air yang mengalir dalam pipa dikaitkan dengan diameter pipa, sehingga dapat diketahui gejala-gejala timbulnya tekanan, kehilangan energi, dan gaya lainnya yang timbul. Pada dasarnya dalam menelaah aspek hidrolika dalam pipa selalu diasumsikan bahwa air adalah fluida yang mempunyai sifat *incompressible* atau diasumsikan tidak mengalami perubahan volume apabila terjadi tekanan. Selain itu fluida yang bergerak di dalam pipa juga dianggap mempunyai kecepatan yang konstan dari waktu ke waktu apabila melalui suatu pipa dengan diameter yang sama (*steady state*), dan dianggap mempunyai kecepatan yang konstan sepanjang apabila melalui suatu pipa dengan diameter yang sama (Dharmasetiawan 2004).

Pada kenyataanya di lapangan kondisi yang dijelaskan tersebut tidak selalu tercapai. Penyimpangan keadaan tersebut disebut



keadaan *transient*. Efek yang timbul disebut sebagai *water hammer* yang terefleksi dengan kejadian pengempisan pipa, pecahnya pipa, atau dalam keadaan yang ringan adalah terdengarnya suara seperti ketukan palu di pipa besi.

## 2.12 Kecepatan Aliran

Pada suatu sistem penyediaan air minum, selalu ada bagian – bagian dimana air mengalir di dalam pipa. Nilai kecepatan aliran dalam pipa yang diizinkan adalah 0,3-2,5 m/detik pada debit jam puncak. Kecepatan yang kecil menyebabkan endapan yang ada dalam pipa tidak bisa didorong. Selain itu, pemborosan biaya karena diameter pipa yang besar. Sedangkan pada kecepatan terlalu besar mengakibatkan pipa mudah aus dan mempunyai headloss yang tinggi, biaya pembuatan *elevated reservoir* naik, untuk menentukan kecepatan aliran dalam pipa digunakan rumus:

$$Q = V \times A \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana:

$$\begin{aligned} Q &= \text{Kuantitas (debit aliran) air} &&= \text{m}^3/\text{detik} \\ A &= \text{Luas penampang pipa} &&= \text{m}^2 \\ V &= \text{Kecepatan aliran} &&= \text{m/detik} \end{aligned}$$

Jumlah air yang masuk dalam suatu sistem perpipaan adalah sama dengan jumlah air yang keluar dari sistem perpipaan tersebut (Anonim, 2010).

$$Q \text{ masuk} = Q \text{ keluar}$$

## 2.13 Kehilangan Tekanan

Salah satu faktor yang penting dalam perhitungan hidrolis perpipaan adalah perhitungan kehilangan tekanan. Terdapat beberapa rumusan yang dapat dipakai dalam menghitung kehilangan tekanan, yaitu Hazen William, Darcy Weisbach dan De Chezy. Pada perencanaan ZAMP ini yang akan digunakan adalah persamaan Hazen William.

- Persamaan Hazen William

Persamaan Hazen William cocok untuk menghitung kehilangan tekanan untuk pipa dengan diameter besar yaitu diatas



100 mm. Selain itu persamaan ini sering digunakan karena mudah dipakai. Persamaan Hazen William secara empiris menyatakan bahwa debit yang mengalir didalam pipa adalah sebanding dengan diameter pipa dan kemiringan hidrolis (S) yang dinyatakan sebagai

**Tabel 2.6 Kelebihan dan Kekurangan Bahan Pipa**

Bahan Pipa	Keuntungan	Kendala	Pemakaian	
			Dianjurkan	Tidak Dianjurkan
HDPE/M DPE	Tahan terhadap korosi	Penyambungan memerlukan orang terlatih dan peralatan khusus	Untuk tekanan rendah sampai sedang	Tanah tercemar
	Ringan	Memerlukan pengurangan tekanan jika resiko lintasan tapping banyak	Jaringan bawah laut	Resiko terkena sinar matahari
	Fleksibel	Mudah rusak akibat pencemaran organik tertentu	Aliran gravitasi	
	Memiliki beberapa cara pemasangan Dapat dilas untuk pencegahan kebocoran	Mudah rusak oleh sinar matahari Sulit dalam penyimpanan Sulit mendeteksi kebocoran Mahal	Tanah dengan gempa kecil Sambungan rusak	

*Sumber: Buku Panduan Pengembangan Air Minum, 2007*

ratio antara kehilangan tekanan ( $h_L$ ) terhadap panjang pipa ( $L$ ) atau  $S = (h_L/L)$ .

Faktor  $C$  yang menggambarkan kondisi fisik dari pipa seperti kehalusan dinding dalam pipa yang menggambarkan jenis dan umur pipa. Secara umum rumus Hazen William adalah sebagai berikut:

$$Q = 0,2785 \cdot C \cdot d^{2,63} \cdot S^{0,54} \quad (2.10)$$

Dimana:

$$S = \frac{h_L}{L}$$

$$h_L = \left[ \frac{Q}{0,2785 \cdot C \cdot d^{2,63}} \right]^{1,85} \cdot L \quad (2.11)$$

Keterangan:

$d$  = Diameter pipa dalam (m)

$S$  = Kemiringan lahan

$h_L$  = Headloss mayor (m)

$L$  = Panjang pipa (m)

$C$  = Koefisien Hazen William (berbeda untuk berbagai jenis pipa, dapat dilihat pada Tabel 2.7)

**Tabel 2.7 Koefisien Hazen William**

No	Jenis (Material) Pipa	Nilai C Perencanaan
1	<i>Asbes Cement</i>	120
2	<i>Poly Vinyl Chloride (PVC)</i>	120-140
3	<i>High Density Poly Ethilene (HDPE)</i>	130
4	<i>Medium Density Poly Ethilene (MDPE)</i>	130
5	<i>Ducatile Cast Iron Pipe (DCIP)</i>	110
6	<i>Besi Tuang, Cast Iron (CIP)</i>	110
7	<i>Galvanized Iron Pipe (GIP)</i>	110
8	<i>Steel Pipe (Pipa Baja)</i>	110

*Sumber: Dharmasetiawan, 2004*

## 2.14 *Reservoir*

Jenis *reservoir* dapat dibagi berdasarkan bentuk, fungsi maupun tinggi *reservoir* terhadap permukaan tanah sekitarnya. Berdasarkan tinggi relatif *reservoir* terhadap permukaan tanah sekitarnya, maka jenis *reservoir* dapat dibagi menjadi:

### 2.14.1 *Reservoir Permukaan (Ground Reservoir)*

Yang dimaksud dengan *reservoir* permukaan adalah *reservoir* yang sebagian besar atau seluruh *reservoir* tersebut terletak di bawah permukaan tanah.



**Gambar 2.1** *Ground Reservoir*

### 2.14.2 *Reservoir Menara (Elevated Reservoir)*

Yang dimaksud dengan *reservoir* menara adalah *reservoir* yang seluruh bagian penampungan dari *reservoir* tersebut terletak lebih tinggi dari permukaan tanah sekitarnya.

## 2.15 *Desinfeksi*

Desinfeksi air minum bertujuan membunuh bakteri patogen yang ada dalam air. Desinfeksi air dapat dilakukan dengan berbagai cara, yaitu: pemanasan, penyinaran antara lain dengan

sinar UV, ion-ion logam antara lain dengan *copper* dan *silver*, asam atau basa, senyawa-senyawa kimia, dan klorinasi (Sutrisno, 2002).



**Gambar 2.2 *Elevated Reservoir***

Menurut Chandra (2005), klorinasi adalah proses pemberian klorin ke dalam air yang telah menjalani proses filtrasi dan merupakan langkah yang maju dalam purifikasi air. Senyawa-senyawa klor yang umum digunakan dalam proses klorinasi antaran lain gas klorin, senyawa hipoklorit, klor dioksida, bromine klorida, dihidroisiosianurate dan kloramin.

Berikut beberapa kegunaan klorin:

- Memiliki sifat *bakterisidal* dan *germisidal*
- Dapat mengoksidasi zat besi, mangan dan *hydrogen sulfide*
- Dapat menghilangkan bau dan rasa tidak enak pada air
- Dapat mengontrol perkembangan alga dan organisme pembentuk lumut yang dapat mengubah bau dan rasa pada air
- Dapat membantu proses koagulasi



### 2.15.1 Cara kerja klorin

Klorin di dalam air akan berubah menjadi asam klorida. Zat ini kemudian dinetralkan oleh sifat basa dari air sehingga akan terurai menjadi ion hidrogen dan ion hipoklorit. Perhatikan reaksi kimia berikut ini:



Klorin sebagai desinfektan terutama bekerja dalam bentuk asam hipoklorit (HOCl) dan sebagian kecil dalam bentuk ion hipoklorit (OCl<sup>-</sup>). Klorin dapat bekerja dengan efektif sebagai desinfektan jika berada dalam air dengan pH sekitar 7. Jika nilai pH lebih dari 8,5 maka 90% dari asam hipoklorit itu akan mengalami ionisasi menjadi ion hipoklorit. Dengan demikian khasiat desinfektan yang dimiliki klorin menjadi lemah dan berkurang.

### 2.15.2 Prinsip-prinsip pemberian klorin

Terdapat beberapa prinsip yang perlu diperhatikan ketika melakukan proses klorinasi, antara lain:

- Air harus jernih dan tidak keruh karena kekeruhan pada air akan menghambat proses klorinasi
- Kebutuhan klorinasi harus diperhitungkan secara cermat agar dapat dengan efektif mengoksidasi bahan-bahan organik dan dapat membunuh kuman pathogen dan meninggalkan sisa klorin bebas dalam air.
- Tujuan klorinasi pada air adalah untuk mempertahankan sisa klorin bebas sebesar 0,2 mg/L di dalam air. Nilai tersebut adalah *margin of safety* (nilai batas keamanan) pada air untuk membunuh kuman pathogen yang mengkontaminasi pada saat penyimpanan dan pendistribusian air.
- Dosis klorin yang tepat adalah jumlah klorin dalam air yang dapat dipakai untuk membunuh kuman pathogen serta untuk mengoksidasi bahan organik dan untuk meninggalkan sisa klorin bebas sebesar 0,2 mg/L dalam air.

### 2.15.3 Metode klorinasi

Pemberian klorin pada desinfeksi air dapat dilakukan melalui beberapa cara yaitu dengan pemberian:

a. Gas klorin

Gas klorin merupakan pilihan utama karena harganya murah, kerjanya cepat, efisien, dan mudah digunakan. Gas klorin harus digunakan secara berhati-hati karena gas ini beracun dan dapat menimbulkan iritasi pada mata. Alat klorinasi berbahan gas klorin ini disebut sebagai chlorinating equipments. Alat yang sering dipakai adalah Peterson's Chloronome yang berfungsi untuk mengukur dan mengatur pemberian gas klorin pada persediaan air.

b. Kloramin

Kloramin dapat juga dipakai dan merupakan persenyawaan lemah dari klorin dan ammonia. Zat ini kurang memberikan rasa klorin pada air dan sisa klorin bebas di dalam air lebih persisten walau kerjanya lambat dan tidak sesuai untuk klorinasi dalam skala besar.

c. Perkloron

Perkloron sering juga disebut sebagai high test hypochlorite. Zat ini merupakan persenyawaan antara kalsium dan 65-75% klorin yang dilepaskan di dalam air.

### 2.15.4 Sisa klor

Menurut Yani dan Roosmini (2008), sisa klor di pipa air minum akan mengalami penurunan dikarenakan:

- a. Panjang pipa dan lama waktu kontak gas klor dengan air minum yang dialirkan ke konsumen. Hal ini disebabkan sisa klor bereaksi dengan senyawa-senyawa lain(korosi pada pipa)
- b. Banyaknya aksesoris pada pipa, semakin banyak aksesoris maka semakin banyak juga belokan pada pipa distribusi yang menyebabkan turbulencedan menyebabkan sisa kor berkurang.

Penurunan konsentrasi sisa klor dalam pipa distribusi sesuai dengan persamaan reaksi orde satu, dimana terdapat tiga variable yang mempengaruhi penurunan tersebut, yaitu konsentrasi sisa klor, jarak tempuh dan waktu tempuh. Seperti pada persamaan berikut:

$$(-dc)/kc = dx/v \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana:

$v$  = kecepatan fluida

$x$  = jarak tempuh

$k$  = konstanta penurunan

jika diintegralkan, sebagai berikut :

$$-\int_{c_0}^{c_e} \frac{dc}{kc} = \int_0^L \frac{dx}{v} \dots\dots\dots(2.13)$$

$$\frac{1}{k} \ln \left( \frac{c_0}{c_e} \right) = \frac{L}{v} \dots\dots\dots(2.14)$$

$$\ln c_e = \ln c_0 - \left( \frac{k}{v} \right) L \dots\dots\dots(2.15)$$

dimana:

$C_e$  = Konsentrasi sisa klor pada jarak tertentu

$C_0$  = Konsentrasi sisa klor pada  $t = 0$

$K$  = Konstanta penurunan

$L$  = Jarak aliran

## 2.16 Penyediaan Air Siap Minum

Penyediaan air siap minum harus melihat criteria pemilihan area pelayanan dan jaminan kualitas air siap minum dipenuhi.

### 2.16.1 Kriteria Pemilihan Area Pelayanan

Menurut Allen (2004), kriteria pemilihan area pelayanan dapat ditentukan sebagai berikut:

- Jaringan pipa distribusi relatif baru, kondisi sangat baik dan terpisah ( terisolasi ) dari jaringan pipa lain sehingga mempermudah pengawasan. Pengaliran 24 jam, ada alternatif suplai dan tekanan cukup baik
- Air baku yang diolah memenuhi kriteria kualitas air yang lebih sehat dan aman
- Terdapat proses sterilisasi lanjutan pada sistem distribusi yang mampu diterima oleh pelanggan



### 2.16.2 Jaminan Kualitas Air Siap Minum

Menurut Allen (2004), dalam program air siap minum dikatakan terjamin kualitasnya karena :

- a. Sumber air berasal dari air yang terlindungi dari pencemaran.
- b. Telah melalui proses pengolahan desinfeksi untuk menghilangkan bakteri dan kuman penyakit sesuai dengan standar kualitas air minum. Dan diperiksa secara teratur oleh pihak laboratorium.
- c. Jaringan pipa distribusi menggunakan jaringan pipa air bersih yang sudah ada dan relatif masih baru. Terdiri dari pipa berkualitas yang tidak mudah bocor dan berkarat.
- d. Jaringan distribusi dipisahkan dari distribusi air bersih lainnya, sehingga mudah diawasi dan terhindar dari pencemaran.
- e. Jaringan pipa distribusi dibersihkan secara rutin.
- f. Tekanan air terjaga kestabilannya.

### 2.17 EPANET 2.0

*EPANET* adalah program komputer yang menggambarkan simulasi hidrolis dan kecenderungan kualitas air yang mengalir di dalam jaringan pipa. Jaringan itu sendiri terdiri dari Pipa, Node (titik koneksi pipa), pompa, katub, dan tangki air atau *reservoir*. *EPANET* menjajaki aliran air di tiap pipa, kondisi tekanan air di tiap titik dan kondisi konsentrasi bahan kimia yang mengalir di dalam pipa selama dalam periode pengaliran. Sebagai tambahan, usia air (water age) dan pelacakan sumber dapat juga disimulasikan.

*EPANET* di design sebagai alat untuk mencapai dan mewujudkan pemahaman tentang pergerakan dan nasib kandungan air minum dalam jaringan distribusi. Juga dapat digunakan untuk berbagai analisis berbagai aplikasi jaringan distribusi. Sebagai contoh untuk pembuatan design, kalibrasi model hidrolis, analisis sisa klor, dan analisis pelanggan.



*EPANET* dapat membantu dalam mengatur strategi untuk merealisasikan kualitas air dalam suatu system. Semua itu mencakup

- a. Alternatif penggunaan sumber dalam berbagai sumber dalam satu system
- b. Alternatif pemompaan dalam penjadwalan pengisian/pengosongan tangki.
- c. Penggunaan treatment, misal khlorinasi pada tangki penyimpanan
- d. Pentargetan pembersihan pipa dan penggantinya.

Dijalankan dalam lingkungan windows, *EPANET* dapat terintegrasi untuk melakukan editing dalam pemasukan data, running simulasi dan melihat hasil running dalam berbagai bentuk (format), Sudah pula termasuk kode-kode yang berwarna pada peta, tabel data-data, grafik, serta citra kontur (EPA, 2000).

Menurut *User Manual EPANET* (2000), *EPANET* 2.0 dapat digunakan untuk menganalisis kualitas air tentang penurunan sisa klor pada sistem jaringan dan langkah – langkahnya adalah sebagai berikut:

- a. Pilih *Option-Quality* untuk diedit dari *Data Browser*. Pada *field Parameter Property Editor* ketiklah *Chlorine*.
- b. Pindah ke *Option-Reactions* pada *Browser*. Untuk *Global Bulk Coefficient* masukkan nilai  $-1.0$ . Angka ini merefleksikan laju khlorin yang akan meluruh pada saat reaksi pada aliran *bulk* sepanjang waktu. Laju tersebut akan diaplikasikan pada seluruh pipa pada jaringan. Anda dapat mengedit nilai ini untuk pipa tunggal jika dibutuhkan.
- c. Kik pada *node Reservoir* dan atur *Initial Quality* pada  $1.0$ . Ini adalah konsentrasi dari khlorin yang secara kontinue masuk ke dalam jaringan. (Atur kembali *initial quality* pada *Tank* ini menjadi  $0$  jika akan mengubahnya)

## 2.18 Pembentukan *District Meter Area* (DMA)

Salah satu syarat pembentukan zona air minum prima adalah menjaga kualitas air minum agar memenuhi syarat air siap minum, salah satu caranya adalah meminimisasi kebocoran air. Minimisasi

kebocoran air dapat diwujudkan dengan membuat jaringan *District Meter Area* (DMA). DMA dibentuk dari zona yang dibagi menjadi wilayah yang lebih kecil lagi.

Menurut Ranhill (2008), kriteria pembentukan DMA sebagai berikut:

- Bentuk DMA (misalnya jumlah sambungan, umumnya antara 1.000 dan 2.500 sambungan)
- Jumlah katup yang harus ditutup untuk mengisolasi DMA
- Jumlah meter air untuk mengukur air masuk dan air keluar (semakin sedikit meter yang diperlukan, semakin kecil biaya pembentukannya)
- Variasi permukaan tanah dan dengan demikian tekanan-tekanan di dalam DMA (semakin datar kawasannya, semakin stabil tekanan yang ada dan semakin mudah untuk membentuk kendali tekanan)
- Ciri-ciri topografis yang mudah terlihat yang bisa menjadi batas-batas untuk DMA, seperti sungai, saluran pembuangan air, jalan kereta api, jalan raya, dsb



## **BAB III**

### **GAMBARAN UMUM**

#### **3.1 Wilayah Perencanaan**

Gambaran umum wilayah perencanaan ini akan dijelaskan tentang wilayah Kecamatan Blimbing Kota Malang, berikut akan dijelaskan tentang letak geografis, batas wilayah, hidrologi, klimatologi dan industri.

##### **3.1.1 Letak Geografis**

Kecamatan Blimbing merupakan salah satu Kecamatan yang ada di Kota Malang. Kecamatan Blimbing secara geografis terletak di  $112,63^{\circ}$  sampai  $112,65^{\circ}$  Bujur Timur,  $7,92^{\circ}$  sampai  $7,98^{\circ}$  Lintang Selatan dan berada pada ketinggian 400-525 m di atas permukaan air laut (BPS, 2012).

##### **3.1.2 Batas Wilayah**

Kecamatan Blimbing berada di Utara Kota Malang, sebelah Utara berbatasan dengan Kabupaten Malang; sebelah Timur berbatasan dengan Kecamatan Kedungkandang dan Kabupaten Malang; sebelah Selatan berbatasan dengan Kecamatan Klijen dan Lowokwaru dan sebelah Barat berbatasan dengan Kecamatan Lowokwaru, dapat dilihat pada Gambar 3.1 dan Lampiran B.

Wilayah perencanaan zona air minum prima untuk Kecamatan Blimbing ini berada pada Kelurahan Polehan, Jodipan, Kesatrian, Bunulrejo, Pandanwangi dan Purwanto. Kelurahan – kelurahan tersebut sebagian besar belum terlayani zona air minum prima.

##### **3.1.3 Kependudukan**

Luas wilayah Kecamatan Blimbing sebesar  $17,76 \text{ km}^2$  yang terbagi dalam 11 Kelurahan dan memiliki jumlah penduduk sebanyak 176.010 jiwa berdasarkan hasil sensus penduduk tahun 2011 dengan laju pertumbuhan 0,76% pertahun (BPS Kota Malang, 2012).



### 3.1.4 Klimatologi

Suhu rata-rata di Kecamatan Blimbing sebesar 24oC. Selama tahun 2011, banyaknya hari hujan sekitar 99 hari dengan curah hujan sebesar 2085 mm.

### 3.1.5 Hidrologi

Sebagian wilayah Kecamatan Blimbing dilalui oleh sungai Brantas dan kedalaman air tanah 10-15 m.

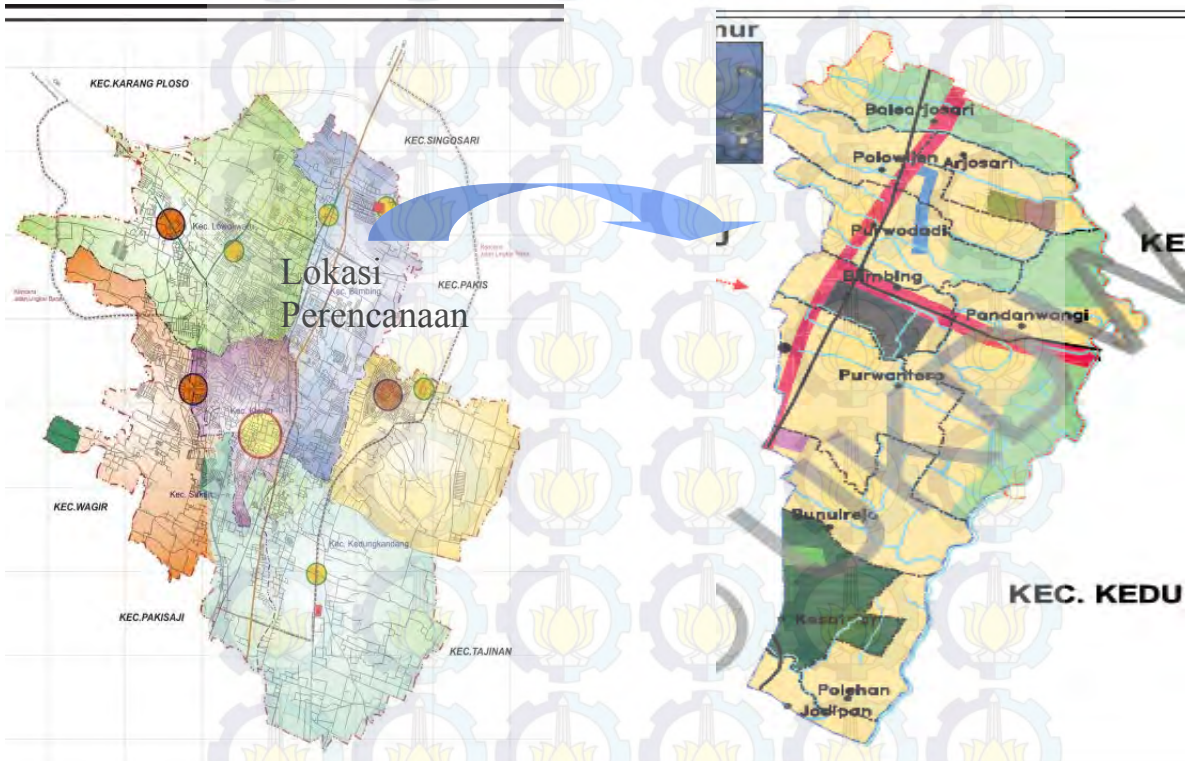
**Tabel 3.1 Jumlah Penduduk Kecamatan Blimbing Tahun 2012**

No	Kelurahan	Jumlah
1	Jodipan	13,039
2	Polehan	17,260
3	Kesatrian	10,696
4	Bunulrejo	25,437
5	Purwantoro	29,077
6	Pandanwangi	26,657
7	Blimbing	10,241
8	Purwodadi	18,300
9	Polowijen	10,338
10	Arjosari	7,709
11	Balearjosari	7,256
Jumlah		176,010

*Sumber: BPS Kecamatan Blimbing 2011*

### 3.1.6 Industri

Perusahaan industri di wilayah Kecamatan Blimbing pada tahun 2010 terdapat industri besar 9 perusahaan, industri sedang 47 perusahaan, industri kecil dan industri rumah tangga yang terbanyak di Kelurahan Purwantoro adalah i ndustri tempe, sedangkan di Kelurahan Pandanwangi adalah usaha marning jagung dan di Kelurahan Balearjosari adalah kerajinan rotan (BPS, 2012)



Gambar 3.1 Wilayah Perencanaan

### 3.2 Kondisi Eksisting Wilayah Perencanaan

Kondisi eksisting wilayah perencanaan zona air minum prima ini akan dijelaskan tentang sumber air baku, pelayanan air minum dan juga konsep zona air minum prima (ZAMP) itu sendiri.

#### 3.2.1 Sumber Air Baku

PDAM Kota Malang memiliki 11 sumber air baku untuk melayani kebutuhan air minum masyarakat Kota Malang, seperti yang ada pada Tabel 3.2 di bawah ini:

**Tabel 3.2 Sumber Air Baku PDAM Kota Malang**

No	Sumber Air Baku
1	Wendit
2	Mojolangu
3	Tlogomas
4	Betek
5	Buring
6	Bangkon
7	Karangan
8	Tidar
9	Dieng
10	Supit Urang
11	Sumber Sarih

*Sumber: PDAM Kota Malang*

#### 3.2.2 Pelayanan Air Minum

Kebutuhan air minum penduduk Kota Malang dilayani PDAM Kota Malang, HIPPAM dan sumur air bawah tanah. Pada tahun 2013 Kota Malang 82% sudah termasuk daerah pelayanan PDAM, sehingga 18% sisanya menggunakan HIPPAM dan sumur air bawah tanah (PDAM, 2013). Kecamatan Blimbing sendiri



kebutuhan air dilayani PDAM Kota Malang dan memanfaatkan sumur air bawah tanah.

### **3.2.3 Konsep ZAMP**

#### **a. Kualitas**

PERMENKES RI NOMOR 492/MENKES/PER/IV/2010 menyebutkan bahwa air minum merupakan air yang melalui pengolahan atau tanpa pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum, dengan kata lain kualitas air harus memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. PDAM Kota Malang melakukan uji kualitas air baku di Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit (BBTKLPP) Surabaya yang dilakukan tiap dua kali dalam satu tahun, hasil uji kualitas untuk sumber Wadit I dapat dilihat pada Tabel 3.3 dan dari hasil tersebut untuk mencapai kualitas air minum PDAM Kota Malang melakukan pengolahan dengan menambahkan gas klor pada air baku tersebut.

Uji kualitas tidak hanya dilakukan pada sumber air baku saja, uji kualitas juga dilakukan pada air pelanggan yang dimaksudkan untuk mengetahui kualitas air minum yang didistribusikan ke pelanggan dan hasil uji kualitasnya dapat dilihat pada Tabel 3.4.

PDAM Kota Malang melakukan upaya menjaga kualitas air minum di pelanggan dengan menambahkan pos-pos reklorinasi untuk menjaga sisa klor antara 0,2-5 ppm (bakteri dan mikroorganisme mati).

#### **b. Kuantitas**

Salah satu syarat ZAMP PDAM Kota Malang adalah kuantitas air yang akan didistribusikan mampu memenuhi kebutuhan semua pelanggan PDAM Kota Malang. Untuk menjaga kuantitas air minum pada ZAMP PDAM Kota Malang, kehilangan air atau kebocoran pada sistem ZAMP harus ditekan. Pada tahun 2013 kehilangan air PDAM Kota Malang sebesar 27%.

#### **c. Kontinuitas**

Aliran penyediaan air minum ZAMP PDAM Kota Malang saat ini sudah bisa digunakan selama 24 jam.



#### d. Perencanaan ZAMP

Perencanaan ZAMP PDAM Kota Malang memiliki beberapa tahapan yaitu:

##### 1. Pemilihan Lokasi ZAMP

Pemilihan lokasi ZAMP ini memiliki beberapa criteria yaitu:

- Sosial
  - Masyarakat pelanggan mendukung
  - Tingkat pendapatan menunjang
  - Keluhan pelanggan relative rendah
- Teknis
  - Jaringan pipa relatif baru
  - Terdapat AS Built Drawing
  - Aliran 24 Jam
  - Tekanan cukup
  - Dapat diisolasi
  - Terdapat alternatif penyediaan air
  - Kehilangan air relatif rendah(dapat ditekan)
  - Kualitas air siap minum
- Manajemen
  - Didukung oleh manajemen
  - Tersedia prosedur dan system O&M yang relatif memadai
  - Tersedia SDM yang memadai

##### 2. Membentuk Jaringan Distribusi yang Bisa Diisolasi

Proses perencanaan ZAMP selanjutnya yaitu direncanakan jaringan sistem distribusinya yang kemudian akan dibagi menjadi zona-zona, menjadi sub zona-sub zona dan distrik meter area (DMA) yang melayani 2500-5000 pelanggan, contoh dari pembentukan jaringan distribusi ZAMP bisa dilihat pada Gambar 3.2. Setiap zona, sub zona dan DMA dilengkapi dengan meter air untuk mengetahui keluar dan masuknya air dan valve untuk menciptakan sistem jaringan distribusi yang dapat diisolasi, sehingga penanganan kehilangan air lebih mudah.

3. Suplay Air dan Penyediaan *Reservoir* untuk Memenuhi Kebutuhan Total Pelanggan dengan Aliran 24 Jam

4. Menyiapkan Fasilitas Untuk Kemudahan Operasi

Upaya menjaga kualitas air minum ZAMP PDAM Kota Malang diperlukan beberapa fasilitas pendukung untuk kemudahan operasi sistem distribusi ZAMP, fasilitas pendukung tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.3 dan macam – macamnya yaitu sebagai berikut:

- Hydrant ( 1 hydrant/750 SR),
- Blow off ( 1 BO/2.000 SR),
- Brant kran ( 1 BR/200 SR),
- Recidual chlorine monitoring ( 1 RCM/2.500 SR)

5. Menyiapkan Fasilitas Untuk Pengendalian Kualitas Air Minum

Fasilitas yang digunakan untuk pengendalian kualitas pada ZAMP PDAM Kota Malang adalah:

- Desinfeksi dengan instalasi Chlorinator di unit produksi
- Pos rechlorinasi
- *Reservoir*
- Distribusi

Untuk menjaga kualitas air minum dilakukan juga proses pemantauan kualitas air di sumber, *reservoir* dan pelanggan. Pemantauan di pelanggan dilakukan dengan menguji kualitas air yang dilakukan dua kali dalam seminggu. Uji kualitas air minum di pelanggan ini dilakukan dengan mengambil air sampel dari perwakilan di setiap DMA yang ada dengan random sampling. Uji kualitas ini dilakukan di Laboratorium PDAM Kota Malang. Untuk menjaga kualitas air minum yang disalurkan, maka direncanakan pos-pos rechlorinasi untuk menjaga sisa klor antara 0,2-5 ppm(bakteri dan mikroorganikme lainnya mati.

**Tabel 3.3 Hasil Uji Kualitas Air Minum Sumber Wendit 1**

No	Parameter Wajib	Satuan	Metode	Kadar maksimum yang diperbolehkan	Limit Deteksi	Hasil	Keterangan
I. Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan							
a. Kimia an-organik							
1	Fluorida	mg/L	SNI 06.6989.29.2005	1,5	0,01	0,26	
2	Kromium total	mg/L	SNI 06.6989.53.2005	0,05	0,003	< LD	
3	Kadmium	mg/L	SNI 06.6989.16.2004	0,003	0,001	< LD	
4	Nitrit (sebagai NO <sub>2</sub> -)	mg/L	SNI 06.6989.9.2004	3	0,0021	0,0042	
5	Nitrat (sebagai NO <sub>3</sub> -)	mg/L	APHA 2005.45000- NO <sub>3</sub> -B	50	0,0019	17,32	
6	Sianida	mg/L	SNI 19.6964.6.2003	0,07	0,001	< LD	
II. Parameter yang berhubungan tidak langsung dengan kesehatan							

**Lanjutan Tabel 3.3**

No	Parameter Wajib	Satuan	Metode	Kadar maksimum yang diperbolehkan	Limit Deteksi	Hasil	Keterangan
a. Fisik							
1	Bau	-	IK KFA 31	tidak berbau		Tidak berbau	TCU : True colour unit
2	Warna	TCU	SNI 06.6989.24.2005	15	1	1	
3	Total padatan terlarut (TDS)	mg/L	IK KFA 30	500	1	214	
4	Kekeruhan	NTU	SNI 06.6989.25.2005	5	0,06	0,47	NTU : Nephelo Turbidity Unit
5	Rasa	-	IK KFA 32	Tidak berasa		Tidak berasa	
6	Suhu Laboratorium	°C	SNI 06.6989.23.2005	Suhu Udara ± 3°C	0,1	28	
b. Kimiawi							



**Lanjutan Tabel 3.3**

No	Parameter Wajib	Satuan	Metode	Kadar maksimum yang diperbolehkan	Limit Deteksi	Hasil	Keterangan
1	Alumunium	mg/L	SNI 06.6989.35.2005	0,2	0,001	< LD	Total  Sebagai CaCO <sub>3</sub>    batas minimum dan maksimum, khusus air hujan pH min, 5,5
2	Besi	mg/L	SNI 6989.4.2009	0,3	0,0037	< LD	
3	Kesadahan	mg/L	SNI 06.6989.12.2004	500	2	154,4	
4	Klorida	mg/L	SNI 6989.19.2009	250	0,986	23,82	
5	Mangan	mg/L	SNI 6989.5.2009	0,4	0,0491	< LD	
6	pH	-	SNI 06.6989.11.2004	6,5-8,5	0,01	7	
7	Laboratorium Seng	mg/L	SNI 6989.7.2009	3	0,0075	< LD	

**Lanjutan Tabel 3.3**

No	Parameter Wajib	Satuan	Metode	Kadar maksimum yang diperbolehkan	Limit Deteksi	Hasil	Keterangan
8	Sulfat	mg/L	SNI 6989.20.2009	250	0,0693	13.117	
9	Tembaga	mg/L	SNI 06.6989.6.2004	2	0,0153	< LD	
10	Amoniak	mg/L	SNI 06.6989.30.2005	1,5	0,0135	< LD	NH3-N (total)

*Sumber: BBTKLPP Surabaya 2013*

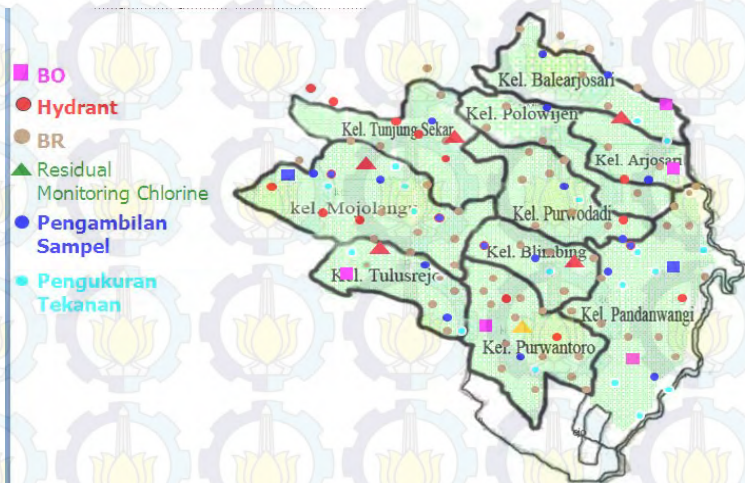
**Tabel 3.4 Uji Kualitas Air Minum Pelanggan PDAM Kota Malang**

				Batas Syarat Air Minimum PERMENKES RI NO. 492/MENKES/PE R/IV/2010	
No	Parameter	Satuan	Hasil Ujian		
A. FISIKA					
1	Bau	-	Tidak berbau	Tidak berbau	
2	Total Zat Padat Terlarut (TDS)	mg/L	198	500	
3	Daya Hantar Listrik (DHL)	μ.mho	246	-	
4	Kekeruhan	NTU	0	5	
5	Suhu	°C	25	Suhu Udara ± 3°C	
B. KIMIA					
1	Nitrat (sebagai NO <sub>3</sub> -)	mg/L	20.362	50	
2	Nitrit (sebagai NO <sub>2</sub> -)	mg/L	0,0019	3	
3	Besi (Fe)	mg/L	0,0001	0,3	
4	Mangan (Mn)	mg/L	0,0169	0,4	
5	Kesadahan (CaCO <sub>3</sub> )	mg/L	127	500	
6	Klorida	mg/L	97.389	250	
7	pH	-	7	6,5-8,5	
8	Sisa Klor	mg/L	0,2	5	

*Sumber: UPT Laboratorium Kesehatan Malang 2013*



**Gambar 3.2 Contoh Sistem Jaringan Distribusi ZAMP PDAM Kota Malang**



**Gambar 3.4 Sebaran Fasilitas Pendukung Sistem ZAMP PDAM Kota Malang**



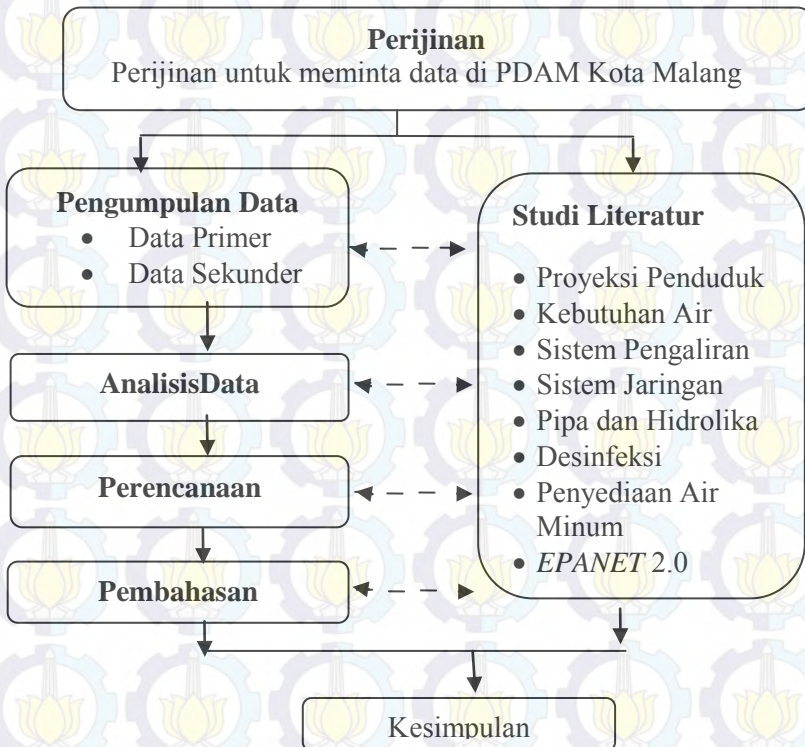


## BAB IV METODE PERENCANAAN

Metode perencanaan ini dimaksudkan untuk memudahkan dalam memahami pelaksanaan dan langkah-langkah dalam penyusunan tugas akhir.

### 4.1 Kerangka Perencanaan

Kerangka perencanaan ini meliputi langkah-langkah yang akan dilakukan dalam pelaksanaan tugas akhir ini. Langkah-langkah tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.1 di bawah ini:



**Gambar 4.1 Kerangka Perencanaan**

## **4.2 Metode Pelaksanaan Perencanaan**

Metode pelaksanaan perencanaan zona air minum prima PDAM Kota Malang di Kecamatan Blimbing melalui beberapa tahap yaitu tahap perijinan, pengumpulan data, analisis data, perencanaan dan pembahasan yang semuanya merujuk kepada studi literature yang ada. Metode pelaksanaan perencanaan ini dimaksudkan untuk mempermudah pelaksanaan penyusunan tugas akhir perencanaan zona air minum prima.

### **4.2.1 Perijinan**

Pengambilan maupun pengumpulan data-data yang dibutuhkan, diperlukan perijinan untuk mendapatkannya. Perijinan ini ditujukan ke instansi-instansi terkait, seperti PDAM Kota Malang, Badan Pusat Statistika (BPS) Kota Malang dan lain sebagainya. Perijinan ini dilakukan di awal perencanaan yaitu pada bulan Februari minggu ketiga.

### **4.2.2 Pengumpulan Data**

Data-data yang digunakan pada perencanaan ini adalah data primer yang diperoleh dari survei langsung ke daerah perencanaan, sampling lapangan dan data sekunder yang diperoleh dari instansi-instansi terkait. Data-data yang diperlukan dalam tugas akhir ini adalah:

a. Primer

- Survei daerah perencanaan

Survei ini dilakukan di Kecamatan Blimbing Kota Malang untuk melihat kondisi sebenarnya pada daerah perencanaan dengan mengambil dan mengumpulkan data menggunakan kamera dan Global Positioning System (GPS), data-data yang diperlukan dapat dilihat pada Tabel 4.1. Survei dilakukan pada minggu ke 4 bulan Maret sampai minggu pertama bulan April 2014.

**Tabel 4.1 Data Survei Lapangan**

No	Titik	Koordinat	Elevasi	Keterangan
		X,Y		
1				
2				
3				
4				
5				
6				

- Sampling sisa khlor

Sampling ini dilakukan di Zona Air Minum Prima yang sudah ada, pengujian pertama dilakukan di laboratorium PDAM Kota Malang dengan menggunakan metode iodometri dengan variasi waktu yang berbeda. Selain perbedaan variasi waktu kondisi wadah yang digunakan juga merupakan wadah tertutup dan dikondisikan sesama mungkin dengan kondisi di dalam pipa.

Pengujian kedua dilakukan di lapangan dengan mengambil sampel pada dua titik yang berbeda, untuk kecepatan dan jarak pipa pada dua titik harus di ketahui untuk mengetahui penurunan sisa klor seakurat mungkin. Proses pengujian bisa dilakukan minimal tiga kali pada dua titik yang berbeda.

Pengambilan air sampel bisa dilakukan di kran pelanggan-pelanggan yang berada pada DMA yang ada. Uji sisa khlor dilakukan dengan menggunakan alat yang bernama komparator, dilakukan pada minggu ketiga bulan Maret 2014. Data yang didapatkan selanjutnya di masukkan pada form survei pada Tabel 4.2.



**Tabel 4.2 Form Survei Sisa Khlor Pada Jaringan Distribusi Eksisting.**

No	Konsentrasi Khlor		Jarak	Diameter Pipa	Debit	Kecepatan	Keterangan
	Titik 1	Titik 2					
1							
2							
3							
4							
5							
6							



**Gambar 4.2 Komparator**

b. Sekunder

- Data kualitas air

Data kualitas air didapat dari PDAM Kota Malang dan data yang diperlukan adalah data kualitas air baku sumber Wadit, data kualitas air di tandon *reservoir* dan data kualitas air di pelanggan yang terbaru. Pengambilan data dilakukan pada minggu pertama sampai kedua bulan Maret.

- Peta jaringan jalan

Peta ini digunakan sebagai acuan dalam perencanaan jaringan distribusi Zona Air Minum Prima PDAM Kota Malang di Kecamatan Blimbing. Peta ini diperoleh dari PDAM Kota Malang pada minggu pertama sampai kedua bulan Maret.

- Peta jaringan distribusi

Peta ini digunakan untuk mengetahui jaringan distribusi yang dimiliki PDAM Kota Malang dan menentukan rencana pengembangan Zona Air Minum Prima baru. Peta ini diperoleh dari PDAM Kota Malang pada minggu pertama sampai kedua bulan Maret.

- Peta RTRW

Perencanaan Zona Air Minum Prima PDAM Kota Malang di Kecamatan Blimbing ini membutuhkan informasi terkait rencana tataguna lahan yang akan direncanakan oleh Kota Malang. Peta ini diperoleh dari PDAM Kota Malang pada minggu pertama sampai kedua bulan Maret.

- Peta administrasi

Peta ini digunakan sebagai penunjang dalam perencanaan Zona Air Minum Prima PDAM Kota Malang di Kecamatan Blimbing. Peta ini diperoleh dari PDAM Kota Malang pada minggu pertama sampai kedua bulan Maret.

- Data penduduk

Data ini digunakan untuk menentukan kebutuhan air pada proyeksi tahun yang direncanakan untuk Zona Air Minum Prima PDAM Kota Malang di Kecamatan Blimbing. Data ini

diperoleh dari BPS Kota Malang pada minggu pertama sampai kedua bulan Maret.

- Data Fasilitas Umum

Data ini digunakan untuk menentukan pemasangan kran umum (KU) dan mempertimbangkan aspek fungsi di masyarakat. Data ini diperoleh dari BPS Kota Malang pada minggu pertama sampai kedua bulan Maret.

- Data pembagian rencana pengembangan

Dalam penentuan zona yang akan direncanakan diperlukan rencana pengembangan ZAMP PDAM Kota Malang di Kecamatan Blimbing kedepannya sehingga perencanaan ini benar-benar dapat menjadi pertimbangan untuk PDAM Kota Malang. Data ini diperoleh dari PDAM Kota Malang pada minggu pertama sampai kedua bulan Maret.

#### 4.2.3 Analisis Data

Setelah didapatkan data-data yang dibutuhkan maka dilakukan analisa pada data-data tersebut. Hal ini untuk menyeleksi data yang telah diperoleh telah sesuai dengan kebutuhan perencanaan.

- a. Data penduduk

Data ini digunakan untuk menentukan kebutuhan air pada proyeksi 25 t ahun mendatang di Kecamatan Blimbing. Analisanya dengan mencari proyeksi penduduk 25 tahun mendatang menggunakan metode Aritmatika, Geometri dan *Least Square*.

- b. Data Fasilitas Umum

$$F_n = w.F_0, W = P_0/P_n$$

dimana:

$F_n$  = jumlah fasilitas tahun ke-n,

$F_0$  = jumlah fasilitas tahun ke-0,

$W$  = perbandingan jumlah penduduk tahun ke-n dengan jumlah penduduk tahun ke-0.

$P_n$  = jumlah penduduk yang diperkirakan pada tahun ke-n (jiwa)



$P_o$  = jumlah penduduk pada akhir tahun data (jiwa)

#### 4.2.4 Perencanaan

Perencanaan ini dilakukan setelah data-data yang dibutuhkan diperoleh dan dilaksanakan pada minggu kedua bulan Maret sampai minggu pertama bulan Juni, tahap ini akan direncanakan jaringan sistem distribusi zona air minum prima. Berikut adalah langkah-langkah perencanaan yang akan dilakukan antara lain:

- a. Menghitung proyeksi penduduk ( metode arimatika, geometri, *least square*)
- b. Menghitung proyeksi fasilitas
- c. Menghitung kebutuhan air ( domestik dan non domestik )
- d. Pemodelan kualitas air pada jaringan (EPANET 2.0)
- e. Proses desinfeksi ( gas klor)
- f. Perencanaan proses pemantauan dan perawatan jaringan
- g. Gambar teknis
- h. Spesifikasi teknis
- i. Perhitungan BOQ dan RAB
- j. Melakukan analisa jaringan sistem distribusi air minum

#### 4.2.5 Pembahasan

Dilakukan pembahasan atas analisa model jaringan perpipaan dan sistem pengaliran yang telah dilakukan dengan menggunakan Program EPANET 2.0. Pembahasan ini mengacu pada kondisi eksisting jaringan pipa yang saat ini ada dan evaluasinya sehingga proses distribusi dapat berjalan dengan baik. Selain itu juga dilakukan pembahasan terkait kelengkapan perlindungan air baik pada sistem distribusi dan pengelolaan kran umum ZAMP.

#### 4.2.6 Studi Literatur

Studi literatur dimulai pada tahap pengumpulan data hingga penarikan kesimpulan. Teori-teori yang mendasari perencanaan sistem distribusi air minum diantaranya:

- a. proyeksi fasilitas.
- b. kebutuhan air.
- c. fluktuasi kebutuhan air.



- d. hidrolika pengaliran air minum bertekanan.
- e. pedoman teknis distribusi air minum.
- f. proses desinfeksi
- g. EPANET 2.0.
- h. pengelolaan distribusi air siap minum

Pengolahan data dengan program EPANET 2.0. Literatur yang digunakan pada tugas akhir ini berupa *text book*, peraturan-peraturan yang terkait .dan referensi dari tugas akhir perencanaan atau penelitian sebelumnya.

#### **4.2.7 Kesimpulan dan Saran**

Dari pembahasan yang telah dilakukan maka diambil kesimpulan yang merupakan hasil perencanaan yang menjawab rumusan masalah perencanaan pengembangan sistem jaringan distribusi ini. Saran diberikan sebagai hasil evaluasi yang dapat digunakan untuk memperbaiki perencanaan dan pelaksanaan perencanaan pengembangan sistem jaringan distribusi lebih lanjut.

## **BAB V**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1 Proyeksi Penduduk**

Jumlah penduduk pada perencanaan ZAMP di Kecamatan Blimbing Kota Malang diproyeksikan untuk 15 tahun kedepan yaitu sampai tahun 2028. Dalam perhitungan proyeksi penduduk, terdapat tiga metode yang dapat digunakan, yaitu metode aritmatika, geometrik dan *least square*. Dari ketiga metode tersebut kemudian dicari koefisien korelasinya terlebih dahulu untuk mencari metode mana yang akan digunakan untuk menghitung proyeksi penduduk. Koefisien korelasi dari ketiga metode tersebut dipilih yang mendekati nilai 1 (grafik linier) sehingga dapat ditentukan metode mana yang akan digunakan menghitung proyeksi penduduk Kecamatan Blimbing Kota Malang. Dalam menghitung nilai korelasi (r) digunakan rumus (3).

Jumlah penduduk Kecamatan Blimbing Kota Malang dari tahun 2006 sampai 2013 dapat dilihat pada Tabel 5. Dilakukan perhitungan tentang pertumbuhan penduduk dan persentase pertumbuhan penduduk Kecamatan Blimbing pada tahun 2006 sampai 2013 dan contoh perhitungannya untuk nomer 2 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Pertumbuhan penduduk} &= \text{Jumlah penduduk ( 2006 – 2007 )} \\ &= (170.681 - 166.239) \text{ Jiwa} \\ &= 4.442 \text{ Jiwa}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Persentase pertumbuhan} &= ((P_n - P_o)/P_n) \times 100\% \\ &= ((170.681 - 166.239)/166.239) \times 100\% \\ &= 0,026\end{aligned}$$

Untuk perhitungan rata – rata pertumbuhan dan r dapat dilihat di bawah ini:

$$\begin{aligned}\text{Rata – rata pertumbuhan} &= \text{Jumlah Persentase Pertumbuhan} / (8-1) \\ &= 10,62 / 7 = 1,52 \\ r &= \text{rata – rata pertumbuhan} / 100 \\ r &= 1,52/100 = 0,015\end{aligned}$$

**Tabel 5.1 Pertumbuhan Penduduk Kecamatan Blimbing Kota Malang**

No	Tahun	Penduduk (Jiwa)	Pertumbuhan Penduduk (Jiwa)	Persentase pertumbuhan (%)
1	2006	166.239	0	0
2	2007	170.681	4.442	2,60
3	2008	171.698	1.017	0,59
4	2009	172.596	898	0,52
5	2010	174.131	1.535	0,88
6	2011	175.206	1.075	0,61
7	2012	176.010	804	0,46
8	2013	185.187	9.177	4,96
<b>Jumlah</b>		<b>1.391.748</b>	<b>18.948</b>	<b>10,62</b>
<b>Rata-rata pertumbuhan</b>			<b>2707</b>	<b>1,52</b>
<b>r</b>			<b>0,015</b>	

*Sumber: BPS Kecamatan Blimbing Kota Malang dan hasil perhitungan*

### 5.1.1 Pemilihan Metode Proyeksi

#### a. Metode Aritmatik

Daerah dengan pertumbuhan penduduk yang selalu naik secara konstan dan dalam kurun waktu yang pendek, sesuai dengan metode ini. Untuk hasil perhitungan koefisien korelasi (r) dengan metode aritmatik dapat dilihat pada Tabel 5.2.

#### b. Metode Geometrik

Proyeksi dengan metoda ini menganggap bahwa perkembangan penduduk secara otomatis berganda, dengan pertambahan penduduk. Metoda ini tidak memperhatikan adanya suatu saat terjadi perkembangan menurun dan kemudian mantap, disebabkan kepadatan penduduk mendekati maksimum. Perhitungan nilai korelasi



menggunakan metode geometrik seperti yang terlihat pada Tabel 5.3.

**Tabel 5.2 Perhitungan Nilai Korelasi dengan Metode Aritmatik**

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	X	Y	X.Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
2006	166.239	1	0	0	1	0
2007	170.681	2	4.442	8.884	4	19.731.364
2008	171.698	3	1.017	3.051	9	1.034.289
2009	172.596	4	898	3.592	16	806.404
2010	174.131	5	1.535	7.675	25	2.356.225
2011	175.206	6	1.075	6.450	36	1.155.625
2012	176.010	7	804	5.628	49	646.416
2013	185.187	8	9.177	73.416	64	84.217.329
<b>Jumlah</b>		<b>36</b>	<b>18.948</b>	<b>108.696</b>	<b>204</b>	<b>109.947.652</b>
		<b>r</b>				<b>0,44819</b>

*Sumber : Hasil Perhitungan*

**c. Metode *Least Square***

Metoda ini digunakan untuk garis regresi linier yang berarti bahwa data perkembangan penduduk masa lalu menggambarkan kecenderungan garis linier, meskipun perkembangan penduduk tidak selalu bertambah. Dalam persamaan ini data yang dipakai jumlahnya harus ganjil. Perhitungan koefisien korelasi ( $r$ ) dengan metode *least square* terlihat pada Tabel 5.4.

Berdasarkan hasil perhitungan korelasi dengan metode-metode yang ada, maka nilai koefisien korelasi yang dipilih dalam perencanaan ini adalah nilai koefisien korelasi pada metode geometrik dengan  $r = 0,918$ , karena nilai korelasi mendekati angka 1, sehingga untuk perhitungan proyeksi penduduknya



menggunakan metode geometrik. Rumus metode geometrik dapat dilihat di bawah ini:

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

dimana :

$P_n$  = jumlah penduduk pada akhir tahun ke-n (jiwa)

$P_o$  = jumlah penduduk pada tahun yang ditinjau (jiwa)

$r$  = angka pertambahan penduduk tiap tahun (%)

$n$  = jumlah tahun proyeksi (tahun)

dan salah satu contoh perhitungan proyeksi penduduk Kecamatan Blimbing Kota Malang adalah sebagai berikut:

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

$$P_2 = 176.010 (1 + 0,015)^2$$

$$P_2 = 181.392$$

Untuk hasil perhitungan lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.5 dan 5.6.

**Tabel 5.3 Perhitungan Nilai Koefisien Korelasi dengan Metode Geometrik**

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	X	Y	X.Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
2006	166.239	1	12,021	12,021	1	144,509
2007	170.681	2	12,048	24,095	4	145,143
2008	171.698	3	12,053	36,160	9	145,287
2009	172.596	4	12,059	48,235	16	145,412
2010	174.131	5	12,068	60,338	25	145,626
2011	175.206	6	12,074	72,442	36	145,775
2012	176.010	7	12,078	84,548	49	145,885
2013	185.187	8	12,129	97,033	64	147,116
<b>Jumlah</b>		<b>36</b>	<b>96,530</b>	<b>434,873</b>	<b>204</b>	<b>1.164,753</b>
		<b>r</b>				<b>0,91879</b>

*Sumber : Hasil Perhitungan*

**Tabel 5.4 Perhitungan Nilai Koefisien Korelasi Metode *Least Square***

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)	X	Y	X.Y	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
2006	166.239	1	166.239	166.239	1	27.635.405.121
2007	170.681	2	170.681	341.362	4	29.132.003.761
2008	171.698	3	171.698	515.094	9	29.480.203.204
2009	172.596	4	172.596	690.384	16	29.789.379.216
2010	174.131	5	174.131	870.655	25	30.321.605.161
2011	175.206	6	175.206	1.051.236	36	30.697.142.436
2012	176.010	7	176.010	1.232.070	49	30.979.520.100
2013	185.187	8	185.187	1.481.496	64	34.294.224.969
<b>Jumlah</b>		<b>36</b>	<b>1.391.748</b>	<b>6.348.536</b>	<b>204</b>	<b>2,42329E+11</b>
		<b>r</b>				<b>0,91401</b>

*Sumber : Hasil Perhitungan*

## 5.2 Proyeksi Fasilitas Umum

Perencanaan ZAMP di Kecamatan Blimbing Kota Malang juga diperlukan proyeksi fasilitas umum untuk mengetahui kebutuhan air keseluruhan di Kecamatan Blimbing. Berikut adalah data fasilitas umum dan proyeksinya pada Kecamatan Blimbing Kota Malang untuk setiap Kelurahan/nya masing – masing pada Tabel 5.7.

## 5.3 Kebutuhan Air

Kebutuhan air untuk zona air minum prima wilayah Kecamatan Blimbing Kota Malang adalah kebutuhan air domestik yang meliputi kebutuhan air penduduk tiap Kelurahan, kebutuhan air untuk kebocoran, kebutuhan air rata – rata harian, pemakaian harian maksimal dan pemakaian jam puncak. Selain itu kebutuhan air non domestik juga diperhitungkan.

### 5.3.1 Kebutuhan Air Domestik

Kebutuhan air domestik ini merupakan kebutuhan air dari penduduk di Kecamatan Blimbing untuk 15 tahun yang akan datang. Fasilitas untuk kebutuhan air domestik adalah sambungan rumah (SR), satu sambungan rumah sama jumlahnya dengan lima orang.

Kota Malang pada tahun 2013 memiliki jumlah penduduk sebanyak 836.373 jiwa, ini menjadikan Kota Malang sebagai kota dengan kategori II dengan ukuran besar sesuai pada Tabel 5.8. Hal tersebut menjadikan kebutuhan air penduduk Kecamatan Blimbing Kota Malang sebanyak 170 L/orang/hari. Pada perencanaan ini akan dihitung kebutuhan air setiap kelurahan yang akan dijadikan daerah perencanaan pengembangan. Pada kebutuhan air tersebut dihitung kebutuhan air rata-rata yang dibutuhkan, kebutuhan air untuk kehilangan air akibat kebocoran, rusaknya pipa dan aksesorinya dan proses perawatan. Kebutuhan air untuk pemakaian harian maksimum dan pemakaian jam puncak juga dilakukan perhitungan, berikut adalah salah satu contoh perhitungan kebutuhan air domestik Kecamatan Blimbing Kota Malang

Kebutuhan air Kel.Jodipan 2018	$= \text{Jumlah Penduduk} \times \text{Keb. Air}$ $= 16.344 \text{ jiwa} \times 170 \text{ L/orang/hari}$ $= 2.778.480 \text{ L/orang/hari}$ $= 32,16 \text{ L/detik}$
Kebutuhan air untuk kebocoran Kecamatan Blimbing 2018	$= \text{Keb. air rata-rata} \times \text{kebocoran}$ $= 379,07 \text{ L/detik} \times 27\%$ $= 102,35 \text{ L/detik}$
Kebutuhan air rata-rata harian Kecamatan Blimbing 2018	$= \text{Keb. Air rata-rata} + \text{kebocoran}$ $= (379,07 + 102,35) \text{ L/detik}$ $= 481,42 \text{ L/detik}$
Pemakaian Harian Maks. Kecamatan Blimbing 2018	$= \text{Keb. Rata-rata} \times \text{fhm}$ $= 481,42 \text{ L/detik} \times 1,1$ $= 529,56 \text{ L/detik}$
Pemakaian Jam Puncak Kecamatan Blimbing 2018	$= \text{Kebutuhan Rata-rata} \times \text{fph}$ $= 481,42 \text{ L/detik} \times 2$



$$= 962,83 \text{ L/detik}$$

Untuk hasil perhitungan kebutuhan air Kecamatan Blimbing lebih lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.9.

### 5.3.2 Kebutuhan Air Non Domestik

Kebutuhan air non domestik Kecamatan Blimbing Kota Malang ditentukan dari fasilitas-fasilitas umum yang ada di daerah tersebut, seperti tempat ibadah, pendidikan, kesehatan, hotel atau penginapan dll. Perhitungan kebutuhan air non domestik Kecamatan Blimbing dapat dilihat pada Tabel 5.10.

**Tabel 5.5 Perhitungan Proyeksi Penduduk Kecamatan Blimbing Kota Malang**

Tahun	Po (jiwa)	r	n	Pn (jiwa)
2013	176.010	0,015	0	176.010
2014	176.010	0,015	1	178.681
2015	176.010	0,015	2	181.392
2016	176.010	0,015	3	184.145
2017	176.010	0,015	4	186.940
2018	176.010	0,015	5	189.776
2019	176.010	0,015	6	192.656
2020	176.010	0,015	7	195.580
2021	176.010	0,015	8	198.548
2022	176.010	0,015	9	201.561
2023	176.010	0,015	10	204.619
2024	176.010	0,015	11	207.724
2025	176.010	0,015	12	210.877
2026	176.010	0,015	13	214.077
2027	176.010	0,015	14	217.325
2028	176.010	0,015	15	220.623

*Sumber: Hasil Perhitungan*



**Tabel 5.6 Perhitungan Proyeksi Penduduk Kelurahan  
Kecamatan Blimbing**

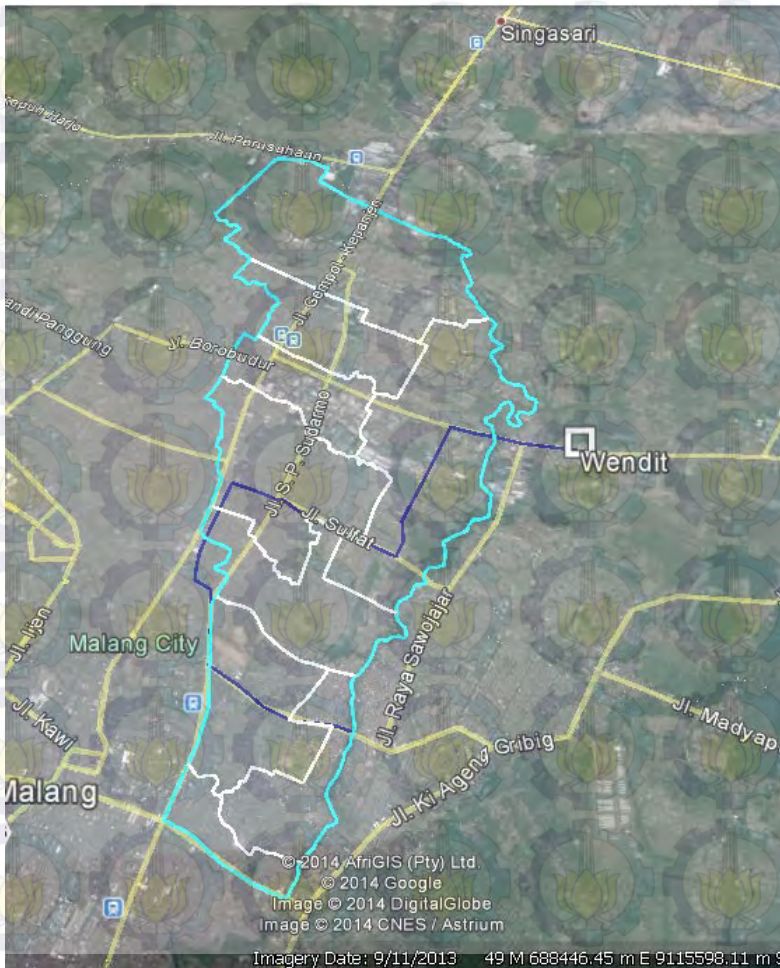
No	Kelurahan	Jumlah Penduduk (Jiwa)			
		2013	2018	2023	2028
1	Jodipan	13.237	14.272	15.388	16.592
2	Polehan	17.522	18.892	20.370	21.963
3	Kesatrian	10.858	11.708	12.623	13.611
4	Bunulrejo	25.823	27.843	30.020	32.368
5	Purwantoro	29.518	31.827	34.316	37.000
6	Pandanwangi	27.062	29.178	31.460	33.921
7	Blimbing	10.396	11.210	12.086	13.032
8	Purwodadi	18.578	20.031	21.597	23.287
9	Polowijen	10.495	11.316	12.201	13.155
10	Arjosari	7.826	8.438	9.098	9.810
11	Balearjosari	7.366	7.942	8.563	9.233
<b>Jumlah</b>		<b>178.681</b>	<b>192.656</b>	<b>207.724</b>	<b>223.971</b>

*Sumber: Hasil Perhitungan*

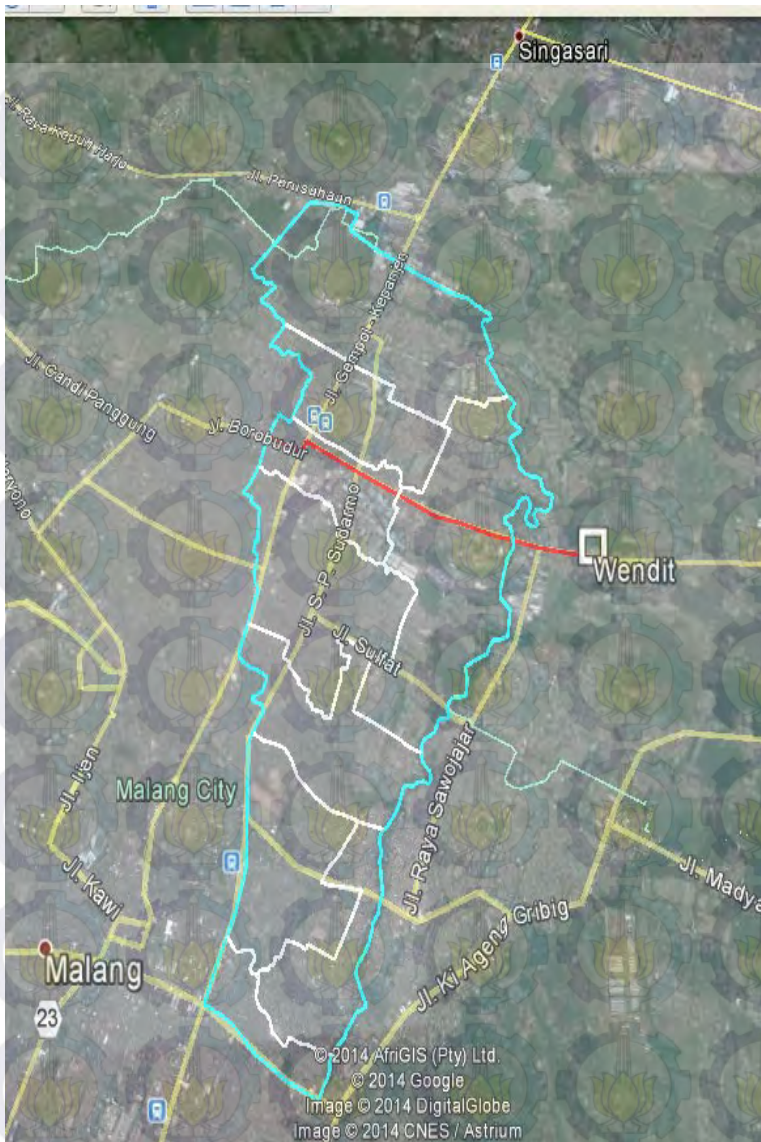
#### **5.4 Pemodelan Jaringan**

Pemodelan jaringan untuk sistem distribusi zona air minum prima ini menggunakan bantuan program *EPANET 2.0*, mulai dari pemodelan jaringan utama sampai dengan jaringan baru. Jaringan utama yang melayani Kecamatan Blimbing ini bersumber dari tandon Wendit 1,2 dan 3, setiap tandon memiliki sistem yang berbeda-beda, sehingga pada wilayah perencanaan ini terdapat tiga sistem yang melayani Kecamatan Blimbing. Sistem ini dimaksudkan adalah jaringan pipanya sendiri – sendiri, untuk sistem Wendit 1, jaringan pipa utamanya melayani Kelurahan Pandanwangi, Purwantoro, Bunulrejo, Kesatrian, Polehan dan Jodipan, sistem Wendit 2 jaringan pipa utamanya melayani Kelurahan Pandanwangi, Blimbing dan Purwodadi, sedangkan sistem Wendit 3 jaringan pipa utamanya melayani Kelurahan Purwodadi, Polowijen, Arjosari dan Balearjosari. Jaringan pipa

transmisi Wendit 1, 2 dan 3 dapat dilihat pada Gambar 5.1 sampai Gambar 5.3, pada gambar – gambar tersebut dapat dilihat jaringan pipa transmisinya yang ditunjukkan oleh warna biru untuk Wendit 1, warna merah untuk Wendit 2 dan warna kuning untuk pipa Wendit 3.



**Gambar 5.1 Pipa Transmisi Sistem Wendit 1**



**Gambar 5.2 Pipa Transmisi Sistem Wendit 2**





**Gambar 5.3 Pipa Transmisi Sistem Wendit 3**



Data untuk kapasitas masing-masing tandon dapat dilihat pada Tabel 5.11. Pada wilayah Kecamatan Blimbing ini daerah yang belum dilayani ZAMP sebagian besar berada pada sistem Wendit 1, sehingga perencanaan ini difokuskan pada pengembangan sistem jaringan pada sistem Wendit 1 saja. Untuk pemodelan jaringan, sebelumnya dilakukan survei awal terkait lokasi pipa utama eksisting yang sudah terpasang untuk tiga sistem yang ada. Data awal letak jaringan pipa didapat dari PDAM Kota Malang yang kemudian dilakukan pengecekan dan survei langsung di lapangan. Survei dilakukan dengan menggunakan GPS, data yang diperoleh pada saat survei adalah koordinat letak dari pipa terpasang dan elevasinya. Nantinya data tersebut akan digunakan untuk pemodelan sistem jaringan pipa eksisting dan pembentukan pengembangan sistem jaringan pipa distribusi baru untuk zona air minum prima untuk sistem Wendit 1. Data hasil survei yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 5.12, pada table tersebut meliputi data *node-node* dan elevasi yang nantinya akan dimasukkan ke dalam program *EPANET 2.0* untuk dianalisis.

#### **5.4.1 Analisis Jaringan Pipa Eksisting**

Analisis jaringan pipa sistem Wendit 1 yang sudah terpasang ini menggunakan program *EPANET 2.0*, analisis ini nantinya menjadi acuan untuk pembuatan jaringan baru di Kecamatan Blimbing Kota Malang yang belum terlayani oleh ZAMP. Data – data yang digunakan untuk analisis jaringan *eksisting* adalah data – data primer hasil survei lapangan dan data – data skunder yang didapat dari PDAM Kota Malang.

Pada jaringan pipa ini sumber air baku berasal dari tandon Wendit 1 dan sistem pengalirannya menggunakan sistem gravitasi. Jaringan pipa transmisi yang terpasang menggunakan pipa *Ductile Iron*, PVC dan PE dengan diameter 700-300 mm, sedangkan untuk pipa distribusi menggunakan pipa PVC dan PE dengan diameter 150-50 mm. Ketinggian elevasi pada sistem ini untuk yang terendah 433 m dan untuk yang tertinggi 485 m dari

permukaan air laut. Sistem pada jaringan pipa yang terpasang ini tidak menggunakan sistem *loop* tetapi menggunakan sistem bercabang.

Data yang dimasukkan untuk pemodelan jaringan eksisting sistem Wendit 1 yang menggunakan program *EPANET* 2.0 adalah data untuk node dan pipa, untuk node data yang diperlukan adalah koordinat, elevasi dan kebutuhan air (*basedemand*), sedangkan untuk pipa data yang diperlukan adalah panjang pipa, diameter dan jenis pipa (kekasaran pipa). Hasil pemodelan jaringan pipa yang sudah terpasang menggunakan program *EPANET* 2.0 dapat dilihat pada Gambar 5.4 dan Lampiran B, pemodelan jaringan pipa eksisting berhasil *running*. *Running* berhasil ini dimaksudkan adalah tekanan yang ada pada setiap node pada sistem jaringan eksisting ini di atas batas minimum 10 m dan kecepatan aliran pada pipa di atas batas minimum yaitu 0,3 m/detik. Data kondisi eksisting untuk jaringan pipa seperti kebutuhan *basedemand node*, elevasi, tekanan, kecepatan aliran, panjang pipa, dll dapat dilihat pada lampiran A.

**Tabel 5.8 Kebutuhan Air Menurut Ukuran Kota**

No	Kategori	Ukuran Kota	Jumlah Penduduk	Kebutuhan Air
			(Jiwa)	(L/orang/hari)
1	I	Metropolitan	> 1.000.000	190
2	II	Besar	500.000 s/d 1.000.000	170
3	III	Sedang	100.000 s/d 500.000	150
4	IV	Kecil	20.000 s/d 100.000	130
5	V	Pedesaan	< 20.000	30

*Sumber: Direktorat Jendral Cipta Karya 1998*

**Tabel 5.7 Proyeksi Fasilitas Umum Kecamatan Blimbing Kota Malang**

Kelurahan	Kesehatan		Pendidikan		Peribadatan		Hotel		Jumlah Fasilitas Tahun 2028
	Fasilitas Awal	Proyeksi tahun 2028	Fasilitas Awal	Proyeksi tahun 2028	Fasilitas Awal	Proyeksi tahun 2028	Fasilitas Awal	Proyeksi tahun 2028	
Jodipan	0	0	8	10	28	35	0	0	45
Polehan	1	1	11	14	26	33	0	0	48
Kesatrian	5	6	20	25	36	45	0	0	76
Bunulrejo	7	9	22	28	58	73	2	3	112
Purwanto	4	5	28	35	63	79	2	3	122
Pandanwangi	3	4	29	36	45	56	0	0	97
Blimbing	1	1	19	24	37	46	0	0	71
Purwodadi	6	8	23	29	45	56	2	3	95
Polowijen	3	4	7	9	23	29	1	1	43
Arjosari	1	1	14	18	24	30	1	1	50
Balearjosari	1	1	7	9	23	29	0	0	39

*Sumber: Hasil Perhitungan*



**Tabel 5.9 Kebutuhan Air Domestik Kecamatan Blimbing  
Kota Malang**

No	Kelurahan	Kebutuhan Air (L/detik)		
		2018	2023	2028
1	Jodipan	28,08	30,28	32,65
2	Polehan	37,17	40,08	43,21
3	Kesatrian	23,04	24,84	26,78
4	Bunulrejo	54,78	59,07	63,69
5	Purwantoro	62,62	67,52	72,80
6	Pandanwangi	57,41	61,90	66,74
7	Blimbing	22,06	23,78	25,64
8	Purwodadi	39,41	42,49	45,82
9	Polowijen	22,26	24,01	25,88
10	Arjosari	16,60	17,90	19,30
11	Balearjosari	15,63	16,85	18,17
<b>Jumlah</b>		<b>379,07</b>	<b>408,72</b>	<b>440,68</b>
<b>Pemakaian Harian Maksimum</b>		<b>529,56</b>	<b>449,59</b>	<b>484,75</b>
<b>Pemakaian Jam Puncak</b>		<b>962,83</b>	<b>817,43</b>	<b>881,37</b>

*Sumber: Hasil Perhitungan*

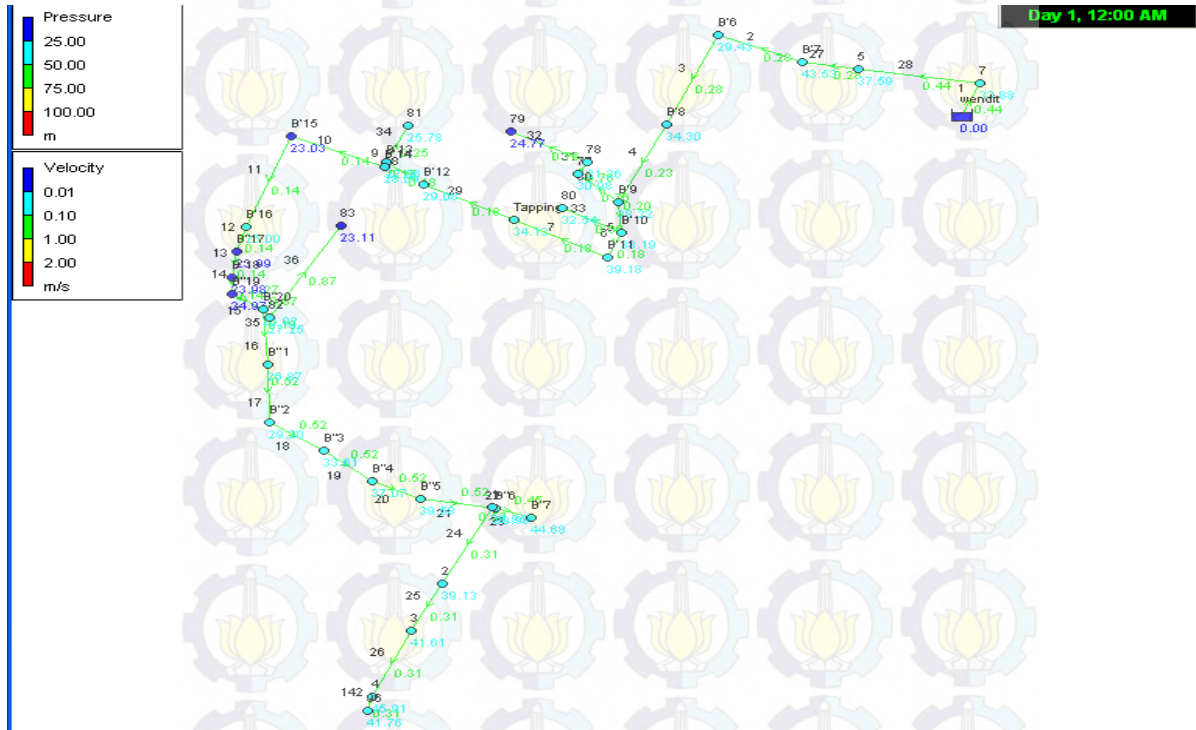
#### **5.4.2 Pembentukan Zona**

Pemodelan jaringan ini dapat dipermudah dengan pembentukan zona. Pembentukan zona juga memiliki tujuan untuk dapat mengontrol dan mengetahui keluar masuknya air dalam suatu sistem, sehingga apabila terjadi kehilangan air dapat dengan mudah dilakukan pelacakan dan segera dilakukan penanganan. Penanganan kehilangan air atau kebocoran dengan baik maka akan mengurangi tingkat kehilangan air. Minimisasi kehilangan air merupakan salah satu upaya untuk menjaga kualitas air. Menjaga kualitas air merupakan salah satu syarat dari zona air minum prima.

**Tabel 5.10 Kebutuhan Air Non Domestik Kecamatan Blimbing Kota Malang Tahun 2028**

No.	Kelurahan	Kesehatan	Pendidikan	Peribadatan	Hotel	Jumlah Kebutuhan Air 2028		
		L/hari	L/hari	L/hari	L/hari	L/hari	L/detik	m <sup>3</sup> /detik
1	Jodipan	0	13.643,95	70.194,33	0	83.838,28	0,970	0,0010
2	Polehan	2.506,94	23.227,21	65.180,45	0	90.914,60	1,052	0,0011
3	Kesatrian	1.253,47	37.825,42	90.249,85	0	129.328,75	1,497	0,0015
4	Bunulrejo	4.011,10	55.184,92	145.402,54	21.810,38	226.408,94	2,620	0,0026
5	Purwantoro	3.259,02	39.601,98	157.937,24	31.963,49	232.761,73	2,694	0,0027
6	Pandanwangi	3.008,33	64.818,93	112.812,32	0	180.639,57	2,091	0,0021
7	Blimbing	250,69	28.668,54	92.756,79	0	121.676,03	1,408	0,0014
8	Purwodadi	3.760,41	16.405,23	112.812,32	20.306,22	153.284,17	1,774	0,0018
9	Polowijen	3.008,33	8.162,01	57.659,63	18.802,05	87.632,02	1,014	0,0010
10	Arjosari	2.506,94	26.912,29	60.166,57	0	89.585,80	1,037	0,0010
11	Balearjosari	2.506,94	31.176,03	57.659,63	0	91.342,59	1,057	0,0011

*Sumber: Hasil Perhitungan*



**Gambar 5.4** Pemodelan Sistem Jaringan Pipa Eksisting PDAM dengan Program EPANET 2.0



**Tabel 5.11 Kapasitas Sumber/Tandon**

No	Sumber/ Tandon	Kapasitas Terpasang (L/detik)	Kapasitas Terpakai (L/detik)
1	Wendit 1	510	485
2	Wendit 2	500	475
3	Wendit 3	25	15

*Sumber: PDAM Kota Malang, 2003*

Daerah yang dilalui jaringan pipa eksisting ini akan dibentuk zona – zona pada Kelurahan Pandanwangi, Purwantoro, Bunulrejo, Kesatrian, Polehan dan Jodipan. Pembentukan zona ini dapat dilihat pada Gambar 5.5, untuk pengembangan jaringan baru difokuskan kepada zona I dan zona II karena pada wilayah tersebut dialiri jaringan pipa sistem Wendit 1 yang banyak belum terlayani oleh ZAMP. Pembentukan zona – zona ini didasarkan pada jaringan pipa eksisting yang melewati wilayah tersebut agar mempermudah melakukan tapping untuk pemenuhan kebutuhan air siap minum pada daerah zona – zona tersebut. Kelurahan – Kelurahan yang ada pada Zona I dan Zona II dapat dilihat pada Tabel 5.13 dan termasuk jumlah penduduk yang terlayani pada zona tersebut.

#### **5.4.3 Pembentukan *District Meter Area* (DMA)**

Salah satu syarat pembentukan zona air minum prima adalah menjaga kualitas air minum agar memenuhi syarat air siap minum, salah satu caranya adalah meminimisasi kebocoran air. Minimisasi kebocoran air dapat diwujudkan dengan membuat jaringan *District Meter Area* (DMA). DMA dibentuk dari zona yang dibagi menjadi wilayah yang lebih kecil lagi. Menurut Farley (2008), kriteria pembentukan DMA sebagai berikut:

- Bentuk DMA (misalnya jumlah sambungan, umumnya antara 1.000 dan 2.500 sambungan)
- Jumlah katup yang harus ditutup untuk mengisolasi DMA

- Jumlah meter air untuk mengukur air masuk dan air keluar (semakin sedikit meter yang diperlukan, semakin kecil biaya pembentukannya)
- Variasi permukaan tanah dan dengan demikian tekanan-tekanan di dalam DMA (semakin datar kawasannya, semakin stabil tekanan yang ada dan semakin mudah untuk membentuk kendali tekanan)
- Ciri-ciri topografis yang mudah terlihat yang bisa menjadi batas-batas untuk DMA, seperti sungai, saluran pembuangan air, jalan kereta api, jalan raya, dsb.

Untuk membagi satu sistem yang besar menjadi serangkaian DMA dilihat dari kondisi lapangan, jumlah penduduknya sesuai dengan yang direncanakan yaitu 300-500 SR, kondisi jalan untuk penanaman jaringan pipa baru sesuai dengan perencanaan yaitu gabungan antara sistem *loop* dan cabang. Kemudian juga dalam langkah pembuatan DMA penting untuk menutup katup - katup yang bertujuan mengisolasi satu kawasan tertentu dan memasang meter air. Proses ini dapat berdampak pada tekanan-tekanan sistem, baik di dalam DMA tertentu tersebut serta di wilayah - wilayah sekitarnya. Pembentukan DMA membutuhkan beberapa aksesoris, seperti meter air, *Pressure Reducing Valve (PRV)* diperlukan ketika tekanan pada DMA baru yang direncanakan terlalu tinggi, *Blind Flange* digunakan ketika pada kondisi eksisting terdapat pipa antar DMA yang saling berhubungan yang dimaksudkan untuk mengisolasi setiap DMA, *Strainer* dan tambahan aksesoris guna menjaga kualitas air pada zona air siap minum, aksesoris tersebut antara lain seperti : *Blow Off* untuk pembersihan atau mengeluarkan endapan atau pasir di pipa ketika ada perbaikan jaringan pipa, *Bran Kran* yang berfungsi untuk melepaskan udara yang ada pada pipa dan juga untuk tempat mengukur tekanan pada pipa, *Hydrant*, *recidual chlorination* diperlukan ketika pada DMA yang kualitas airnya untuk sisa klor tidak memenuhi baku mutu yaitu di bawah 0,2 mg/L dan aksesoris atau unit pengolahan lain yang dibutuhkan.

Pembentukan DMA pada zona yang direncanakan dapat dilihat pada Tabel 5.14, Gambar 5.6 dan Lampiran B.

Penamaan DMA pada perencanaan ini didasarkan pada zona masing –masing DMA. Pada perencanaan ini akan dibahas secara detail satu DMA saja, pembahasannya mengenai sistem jaringan pipa, analisa kebocoran pada sistem jaringan DMA dan kualitas air minum pada DMA tersebut.

Program pembentukan DMA pada zona I dan zona II direncanakan sampai tahun 2028. Pembentukan DMA tersebut direncanakan tiap 5 tahun, tahap awal sampai 2018, kemudian tahap kedua sampai tahun 2023 dan tahap ketiga sampai pada 2028. Untuk 5 tahun pada tahap awal, tahun pertama DMA yang terlebih dahulu dibentuk adalah DMA II.1, DMA II.2 dan DMA II.10. Pada tahun kedua DMA yang dibentuk DMA II.11, DMA II.12 dan DMA II.13. Pada tahun ketiga DMA yang dibentuk adalah DMA II.3, DMA II.4 dan DMA II.5. Pada tahun keempat DMA yang dibentuk adalah DMA II.6, DMA II.7 dan DMA II.8. Pada tahun kelima DMA yang dibentuk adalah DMA II.8, DMA II.9, DMA II.14 dan DMA II.15.

Program Pembentukan DMA untuk tahap kedua, untuk tahun pertama DMA yang dibentuk adalah DMA II.16 sampai DMA II.18. Tahun kedua DMA yang dibentuk adalah DMA II.19 sampai DMA II.21. Tahun ketiga DMA yang dibentuk adalah DMA II.22, DMA II.23 dan DMA I.1. Tahun keempat DMA yang dibentuk adalah DMA I.2 sampai DMA I.4 dan tahun kelima DMA yang dibentuk adalah DMA I.5 sampai DMA I.7. Untuk tahap ketiga pada tahun pertama DMA yang dibentuk adalah DMA I.8 sampai DMA I.10. Tahun kedua DMA yang dibentuk adalah DMA I.11 sampai DMA I.13, tahun ketiga DMA yang dibentuk adalah DMA I.14 sampai DMA I.16, tahun keempat DMA yang dibentuk adalah DMA I.17 dan tahun kelima DMA yang dibentuk adalah DMA I.18. Program pembentukan DMA akan lebih jelas dalam pembentukan DMA – DMA pada zona I dan zona II dapat dilihat pada gambar lampiran B.



**Tabel 5.13 Pembentukan Zona di Kecamatan Blimbing**

Zona	Kelurahan	Persentase Terlayani (%)	Jumlah Penduduk Terlayani (Jiwa)		
			2018	2023	2028
1	Jodipan	100	14.272	15.388	16.592
	Polehan	85	16.059	17.315	18.669
	Kesatrian	80	9.366	10.099	10.888
	Kesatrian	20	2.342	2.525	2.722
2	Polehan	15	2.834	3.056	3.294
	Bunulrejo	100	27.843	30.020	32.368
	Purwantoro	30	9.548	10.295	11.100
	Pandanwangi	20	5.836	6.863	7.400
3	Purwantoro	70	22.279	24.021	25.900
	Pandanwangi	50	14.589	15.730	16.960
	Blimbing	80	8.968	9.669	10.425
	Pandanwangi	30	8.753	9.438	10.176
4	Blimbing	20	2.242	2.417	2.606
	Purwodadi	100	20.031	21.597	23.287
	Polowijen	100	11.316	12.201	13.155
	Arjosari	100	8.438	9.098	9.810
	Balearjosari	100	7.942	8.563	9.233

*Sumber: Hasil Perhitungan*

#### a. Jaringan Baru

Pengembangan jaringan baru untuk zona I dan zona II ini dilakukan secara bertahap, tahap pertama untuk kebutuhan air 5 tahun kedepan yaitu tahun 2018, tahap kedua untuk kebutuhan air tahun 2023 dan tahap ketiga untuk kebutuhan air tahun 2028. Pengembangan jaringan baru ini menggunakan program *EPANET* 2.0 dengan menambahkan beberapa *node* baru untuk *tapping* DMA baru. Data untuk *base demand* yang akan dimasukkan ke *node* baru untuk zona I dan II dapat dilihat pada Tabel 5.15. Setelah data – data yang dibutuhkan untuk pembentukan jaringan baru dimasukkan dan dilakukan analisis dengan program *EPNET*

**Tabel 5.12 Hasil Survei Koordinat Letak dan Elevasi Pipa**

Titik	Koordinat (derajat,menit,detik)		Koordinat (UTM)		Elevasi	Keterangan
	X	Y	X	Y		
Pipa 300						
B" 1	07,58,159	112,38,293	680590,28	9118665,8	461	perempatan rampal
B" 2	07,58,420	112,38,324	680598,35	9118259,2	474	
B" 3	07,58,658	112,36,621	681076,00	9121897,0	454	
B" 4	07,58,713	112,38,753	680893,00	9118059,0	450	
B" 5	07,58,786	112,39,088	681405,33	9117714,9	442	Jembatan
Pipa 700						
B' 1	07,56,508	112,38,525	680620,92	9121942,7	476	depan masjid
B' 2	07,56,497	112,38,539	681019,59	9121771,1	476	pertigaan besar
B' 3			681076,00	9121897,0		
B' 4	07,56,633	112,38,899	681680,95	9121559,1	476	perempatan besar
B' 5	07,56,894	112,39,438	682549,13	9121103,3	472	masjid
B' 6	07,56,943	112,39,612	683000,77	9120971,1	458	pertigaan kecil
B' 7	07,57,021	112,39,883	683459,88	9120837,8	438	jembatan
B' 8	07,57,266	112,39,466	682722,18	9120360,3	457	

**Lanjutan Tabel 5.12**

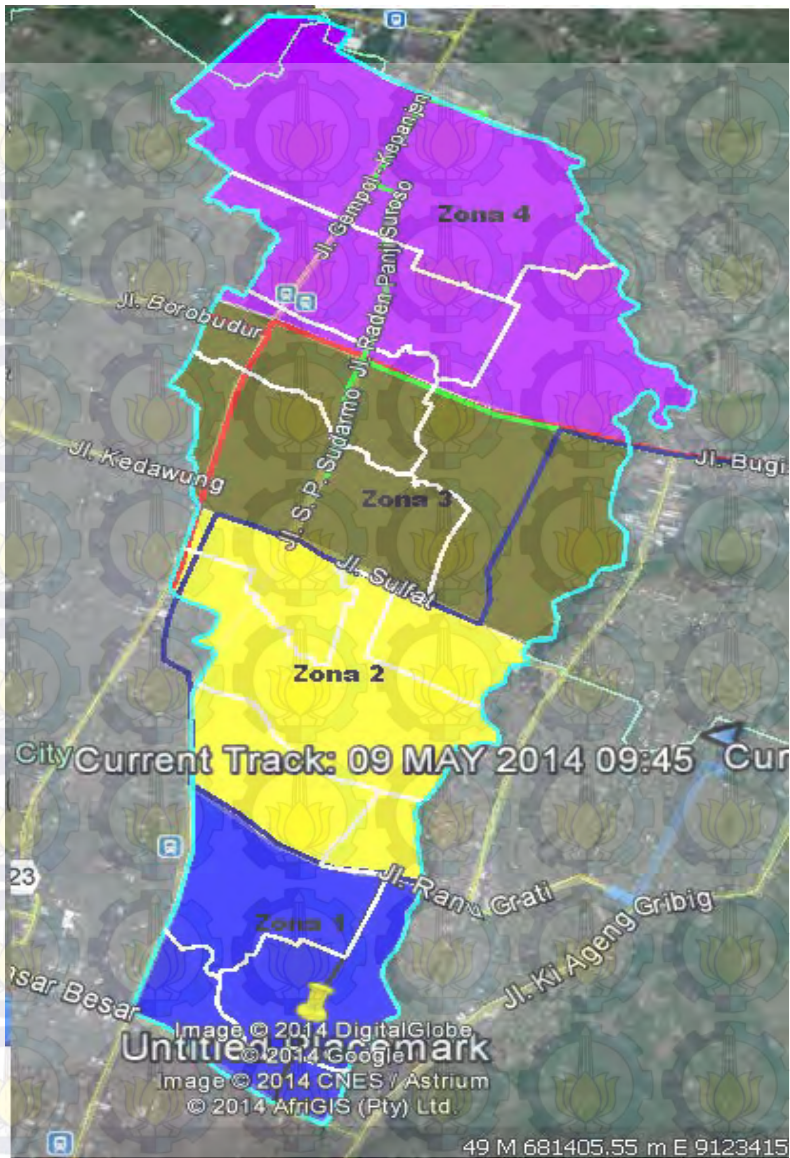
Titik	Koordinat (derajat,menit,detik)		Koordinat (UTM)		Elevasi	Keterangan
	X	Y	X	Y		
Pipa 700						
B' 9	07,57,566	112,39,324	682467,21	9119831,6	459	
B' 10	07,57,608	112,39,608	682475,74	9119594,8	452	
B' 11	07,57,783	112,39,284	682401,74	9119420,3	455	perempatan kecil
B' 12	07,57,502	112,38,748	681420,84	9119941,7	462	pertigaan kecil
B' 13	07,57,287	112,38,706	681223,22	9120093,4	468	pertigaan besar
B' 14	07,57,438	112,38,633	681211,28	9120065,9	465	pertigaan besar
B' 15	07,57,325	112,38,375	680714,03	9120281,3	464	pertigaan kecil
B' 16	07,57,656	112,38,250	680474,97	9119638,4	460	pertigaan kecil
pipa 200						
B 1	07,55,399	112,39,401	682619,10	9123826,3	463	perum graha kencana
B 2	07,55,190	112,39,197	682174,58	9124023,4	473	
B 3	07,55,477	112,39,072	682017,65	9123626,9	467	depan perum riverside
B 4	07,55,736	112,38,936	681783,24	9123193	486	pertigaan flyover
B 5	07,55,760	112,38,940	681792,07	9123155,2	478	pertigaan flyover



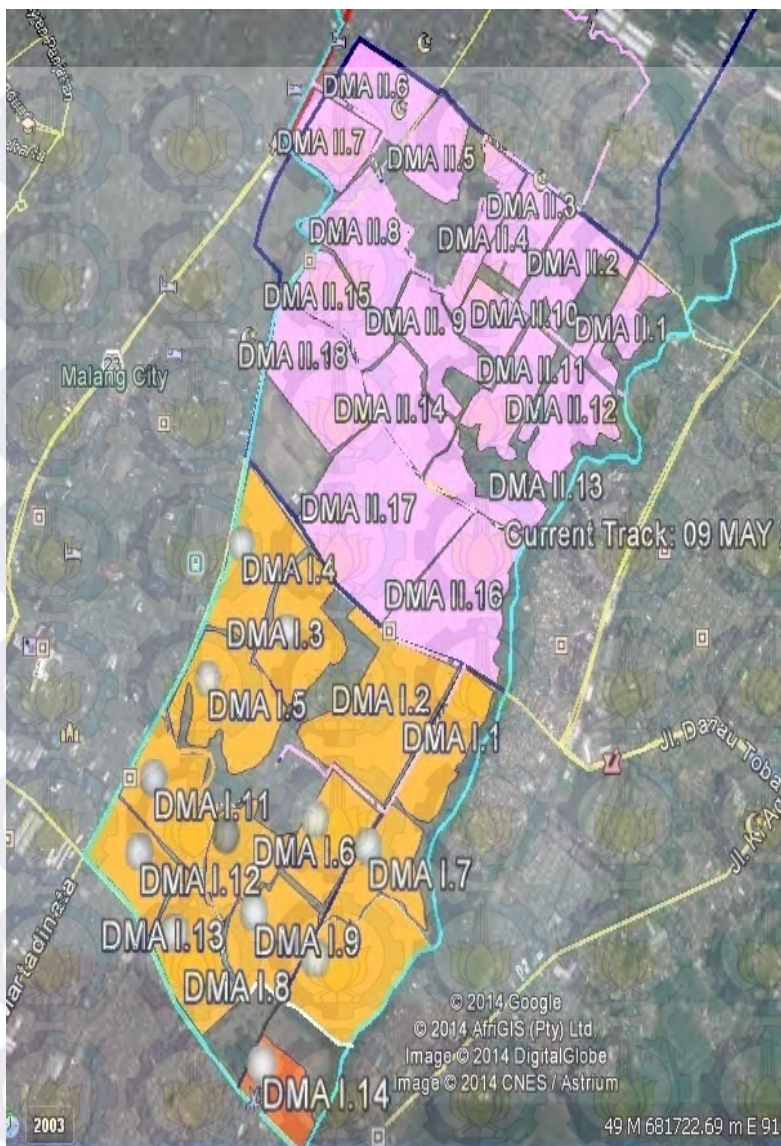
**Lanjutan Tabel 5.12**

Titik	Koordinat (derajat,menit,detik)		Koordinat (UTM)		Elevasi	Keterangan
	X	Y	X	Y		
			pipa 200			
B 6	07,55,826	112,39,035	681964,22	9123058,2	474	perempatan besar
B 7	07,56,095	112,38,979	681853,85	9122673,6	472	depan rs,persada
B 8	07,56,351	112,38,930	681851,62	9122065,4	483	
B 9	07,56,633	112,38,899	681681,42	9121560,1	476	perempatan besar
B 10	07,57,203	112,38,746	681425,13	9120564,2	467	pertigaan kecil

*Sumber: Hasil Survei Lapangan*



**Gambar 5.5 Zona ZAMP Kecamatan Blimbing**



**Gambar 5.6 DMA Pada Zona I dan II**





**Gambar 5.7 Blind Flange**

2.0 hasilnya adalah *negative pressure* (tekanan negative) untuk jaringan baru yang terbentuk, kondisi *negative pressure* ini terjadi 24 jam penuh dan pada *node* DMA I.8-9-10, DMA I.14 dan *node* 96 dengan kekurangan tekanan mencapai  $-7$  m, data tersebut dapat dilihat pada Lampiran A.

*Negative pressure* menyebabkan kecepatan aliran air di beberapa pipa meningkat lebih dari 2 m/detik, untuk menangani

kondisi kekurangan tekanan ini adalah dengan mengubah diameter pipa yang kecepatannya tinggi diatas 2 m/detik dengan diameter yang lebih besar dari diameter awalnya. Perubahan diameter pipa dilakukan dengan mensimulasikan pada program *EPANET 2.0* dan nantinya akan diaplikasikan dengan mengganti pipa tersebut. Untuk lebih jelasnya pipa mana saja yang diperbesar diameternya dapat dilihat pada Tabel 5.16. Panjang pipa primer yang diganti adalah 2.727,1 meter.

**Tabel 5.14 Pembentukan *Distric Meter Area (DMA)***

Zona	Kelurahan	SR			DMA		
		2018	2023	2028	2018	2023	2028
1	Jodipan	2.854	3078	3318	6	6	7
	Polehan	3.212	3463	3734	6	7	7
	Kesatrian	1.873	2020	2178	4	4	4
2	Kesatrian	468	505	544	1	1	1
	Polehan	567	611	659	1	1	1
	Bunulrejo	5.569	6004	6474	11	12	13
	Purwantoro	1.910	2059	2220	4	4	4
	Pandanwangi	1.167	1373	1480	2	3	3
	Purwantoro	4.456	4804	5180	9	10	10
3	Pandanwangi	2.918	3146	3392	6	6	7
	Blimbing	1.794	1934	2085	4	4	4
	Pandanwangi	1751	1888	2035	4	4	4
4	Blimbing	448	483	521	1	1	1
	Purwodadi	4006	4319	4657	8	9	9
	Polowijen	2263	2440	2631	5	5	5
	Arjosari	1688	1820	1962	3	4	4
	Balejarjosari	1588	1713	1847	3	3	4

*Sumber: Hasil Perhitungan*



**Gambar 5.8 Pressure Reducing Valve ( PRV )**

**Tabel 5.15 Kebutuhan Air DMA pada Zona I dan II**

No	Zona II	Keb.Air (L/detik)	Zona I	Keb.Air (L/detik)
1	DMA II.1	5	DMA I.1	5
2	DMA II.2	6	DMA I.2	5
3	DMA II.3	5	DMA I.3	6
4	DMA II.4	5	DMA I.4	5
5	DMA II.5	5	DMA I.5	6
6	DMA II.6	5	DMA I.6	5
7	DMA II.7	5	DMA I.7	6
8	DMA II.8	5	DMA I.8	5
9	DMA II.9	5	DMA I.9	5
10	DMA II.10	7	DMA I.10	5
11	DMA II.11	5	DMA I.11	6
12	DMA II.12	5	DMA I.12	6
13	DMA II.13	5	DMA I.13	6



**Lanjutan Tabel 5.15**

No	Zona II	Keb.Air (L/detik)	Zona I	Keb.Air (L/detik)
14	DMA II.14	5	DMA I.14	5
15	DMA II.15	5		
16	DMA II.16	6		
17	DMA II.17	6		
18	DMA II.18	5		

*Sumber: Hasil Perhitungan*

**Tabel 5.16 Perubahan Diameter Pipa Primer**

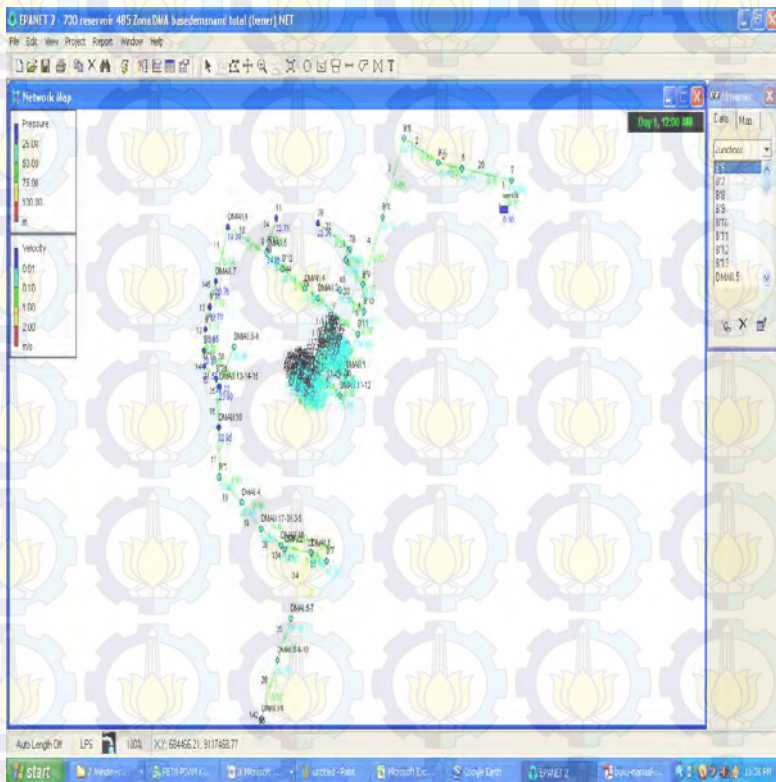
No	Pipe	Panjang ( m )	Diameter	
			lama	baru
1	Pipe 17	406,69	300	500
2	Pipe 18	356,24	300	500
3	Pipe 19	330,13	300	500
4	Pipe 20	291,91	300	500
5	Pipe 21	369,07	300	500
6	Pipe 24	596,93	150	200
7	Pipe 25	376,13	150	200

Setelah beberapa pipa primer diganti dengan pipa yang diameternya lebih besar dan dilakukan analisa dengan *EPANET 2.0* yang menghasilkan *negative pressure* pada jaringan baru sudah tidak ada lagi dan jaringan baru tersebut berhasil *running*. Hasil *running* dari jaringan baru dengan *EPANET 2.0* lebih lengkapnya dapat dilihat pada Gambar 5.9 dan pada Lampiran A.

DMA yang akan dibahas detail dan digambarkan pada analisis *EPANET 2.0* adalah DMA II.2 dan DMA II. 10, untuk gambar kedua DMA tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.10. DMA II.2 berada pada Kelurahan Pandanwangi dengan kebutuhan air sebesar 6 L/detik dan DMA II.20 berada pada Kelurahan Bunulrejo dengan kebutuhan air sebesar 7 L/detik.

### b. Analisis Kebocoran

Kebocoran air pada PDAM Kota Malang mencapai 27%, untuk menurunkannya perlu adanya analisis dan upaya sehingga persentase kebocoran bisa menurun. Menurunnya persentase kebocoran merupakan salah satu upaya untuk menjaga kualitas air pada ZAMP tetap menjadi air siap minum.



**Gambar 5.9 Hasil *Running* EPANET 2.0 Jaringan Baru**

Analisis kebocoran ini dilakukan dengan cara mengisolasi jaringan DMA tersebut dengan menempatkan valve pada titik

tertentu dan tentunya menutup valve tersebut, seperti pada Gambar 5.11 dan Lampiran B. Analisis ini dengan membandingkan debit yang masuk pada DMA tersebut dengan debit penggunaan air pada tiap sambungan rumah melalui meter – meter air yang terpasang pada DMA tersebut. Analisa perbandingan debit ini memerlukan meter air untuk mengetahui masuk dan keluarnya air pada satu DMA.

### c. Analisis Kualitas

- **Analisis Sisa Klor**

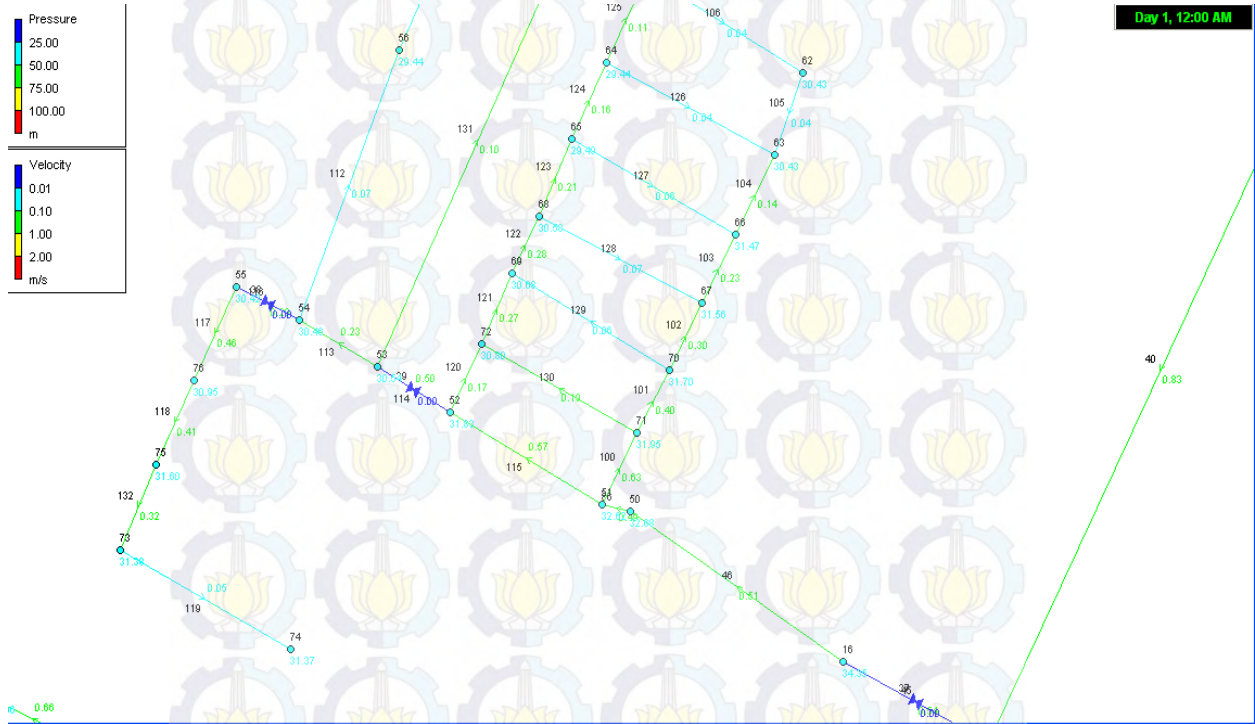
Analisis kualitas pada perencanaan DMA di ZAMP ini difokuskan kepada sisa klor yang terkandung dalam air hasil produksi PDAM Kota Malang saja, ini dikarenakan hasil uji kualitas air minum untuk air baku PDAM Kota Malang selama ini selalu memenuhi kualitas standar baku mutu air minum. Sisa klor pada hasil produksi PDAM Kota Malang ini dijaga agar tetap pada batas minimum yaitu 0,2 mg/L, pada sisa klor minimum 0,2 mg/L ini bakteri patogen dan mikroorganisme lainnya sudah tidak ada dan aman untuk dikonsumsi secara langsung, tetapi dengan catatan parameter kualitas air minum lainnya terpenuhi dan selama ini parameter kualitas air minum lainnya selalu memenuhi.

Analisis sisa klor yang ada pada air hasil produksi PDAM Kota Malang ini dilakukan dengan cara sampling langsung di lapangan (tandon dan pelanggan), sampling ini dilakukan untuk menentukan koefisien penurunan sisa klor yang ada, pada jarak berapa sisa klor mengalami penurunan dan berapa besar penurunan tersebut.. Penentuan titik sampling dilakukan dengan bantuan dari pihak PDAM khususnya bidang NRW dalam menentukan alamat pelanggan yang dapat dilakukan pengambilan sampling. Sebelumnya terlebih dahulu menentukan jarak antar titik sampling yang diinginkan, titik sampling yang diambil adalah tandon Wendit 1 dan tiga titik sampling di pelanggan yang dialiri sistem wendit 1. Dilakukan juga sampling di tandon





**Gambar 5.10 DMA II.2 dan DMA II.20**



**Gambar 5.11 Penempatan Valve Pada DMA IL2**

Tlogomas dan juga tiga titik sampling di pelanggan yang dialiri sistem tandon Tlogomas.

Sampling ini menggunakan alat komparator untuk mengetahui kadar sisa klor pada air PDAM Kota Malang di Kecamatan Blimbing yang dilayani PDAM. Air sampling diambil langsung dari kran pelanggan dapat dilihat pada Gambar 5.12.



**Gambar 5.12 Pengambilan Air Sampling**

Kran dibuka dan ditunggu selama kurang lebih 30 detik untuk mengkondisikan air sampling bebas dari kotoran (pasir dll) dari kran, kemudian air sampling diambil sebanyak kurang lebih 10 ml



langsung ke kuvet, setelah itu kapsul pereaksi sisa klor dimasukkan ke dalam kuvet agar sisa klor berreaksi dengan sisa klor yang terkandung di air PDAM dan kemudian dilakukan analisa dengan membandingkan warna hasil reaksi kapsul perreaksi dengan air sampling dengan warna yang sudah tersedia pada komparator, hasil sampling tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.13, pada komparator teredia juga angka sisa klor yang terintegrasi dengan warna dan gradasi warna sesuai dengan angka yang tersedia, semakin gelap gradasi warnanya maka semakin



**Gambar 5.13 Hasil Reaksi dengan Perreaksi Sisa Klor**



**Gambar 5.14 Hasil Analisis Sisa Klor dengan Komparator**

besar konsentrasi sisa klor yang terkandung pada air PDAM Kota Malang. Hasil dari sampling sisa klor dapat dilihat pada Tabel 5.17 yang digunakan untuk menghitung koefisien penurunan sisa klor, konsentrasi sisa klor di Tandon Wendit (injeksi klor) mencapai 0,5 mg/L dan mengalami penurunan konsentrasinya seiring semakin jauhnya sisa klor yang mengalir pada jaringan pipa distribusi dari titik injeksi klor. Hal tersebut diakibatkan karena selama sisa klor yang terkandung dalam air mengalami kontak (bereaksi) dengan mikroorganisme yang ada pada air dan kontak dengan dinding pipa.

Data hasil analisis penurunan sisa klor pada PDAM Kota Malang akan menghasilkan koefisien penurunan sisa klor, data

tersebut digunakan untuk pemodelan analisis sisa klor menggunakan program *EPANET 2.0*.

**Tabel 5.17 Hasil Sampling Sisa Klor**

No	Tempat	Jarak	Sisa klor
		m	mg/L
1	Tandon Wendit	0	0,5
2	Jl. Wendit Baru 3A	825	0,4
3	Jl. LAKSDA Adi Sucipto No 38	808	0,35
4	Jl. LA Sucipto 330	840	0,2

*Sumber: Sampling Lapangan*

Perhitungan koefisien penurunan sisa klor menggunakan rumus 2.15

$$\ln c_e = \ln c_0 - \left(\frac{k}{v}\right) L$$

$$\ln 0,4 = \ln 0,5 - \left(\frac{k}{0,5}\right) 825$$

$$k1 = 0,000135$$

$$\ln 0,35 = \ln 0,4 - \left(\frac{k}{0,5}\right) 808$$

$$k2 = 0,000083$$

$$\ln 0,2 = \ln 0,35 - \left(\frac{k}{0,5}\right) 840$$

$$k3 = 0,00033$$

$$\text{Rata - rata koef. penurunan (k)} = ((k1+k2+k3))/3$$

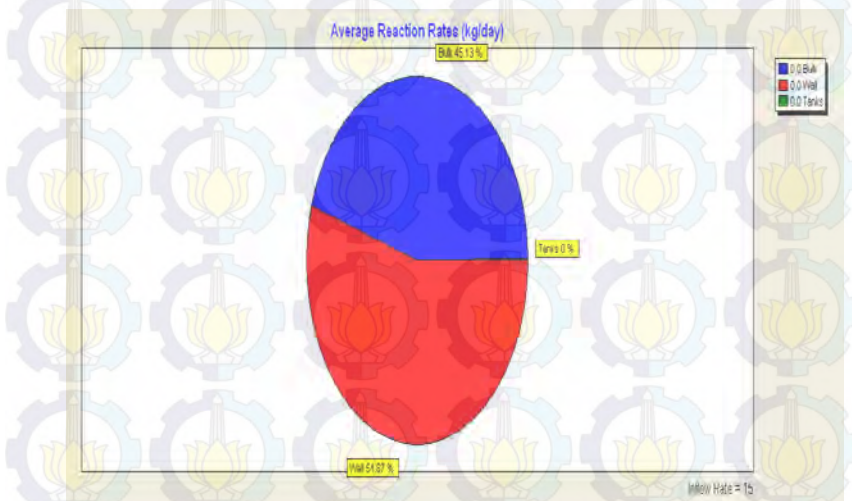
$$\begin{aligned} \text{Sisa klor} &= (0,000135+0,00008+0,00033)/3 \\ &= 0,000184 \end{aligned}$$

Kecepatan alirannya berasal rata – rata kecepatan aliran air dari pemodelan program *EPANET 2.0*, data koefisien penurunan sisa klor tersebut dimasukkan untuk mengisi *Global Bulk Coefficient* pada *Data Browser-Option-Reactions*, *Global Bulk Coefficient* ini merupakan koefisien penurunan sisa klor akibat berreaksi dengan



mikroorganikme atau bakteri yang terkandung di dalam air PDAM Kota Malang. Untuk pemodelan ini juga diperlukan pengisian data *Wall Bulk Coefficient* pada *Data Browser-Option-Reactions*, *Wall Bulk Coefficient* ini mensimulasikan koefisien penurunan sisa klor oleh reaksi sisa klor dengan dinding pipa PDAM Kota Malang dan beberapa data lainnya seperti memasukkan data *initial quality* sebesar 0,5 m g/L pada data *reservoir*, nilai tersebut adalah konsentrasi sisa klor pada tandon Wendit 1 dan data lain yang diperlukan.

Hasil pemodelan analisis penurunan sisa klor menggunakan *EPANET 2.0* setelah dilakukan pengisian data yang diperlukan maka hasilnya dapat diketahui dengan melihat hasil reaksi sisa klor dengan *Global Bulk Coefficient* dan *Wall Bulk Coefficient*, seperti pada Gambar 5.15 yang menunjukkan prosentase hasil reaksi dengan kedua parameter tersebut dan didapatkan hasil yang menunjukkan penurunan sisa klor yang terbesar adalah sisa klor yang berreaksi *Global Bulk Coefficient* sebesar 45,13% dan 54,87% berreaksi dengan *Wall Bulk Coefficient*.



**Gambar 5.15 Hasil Reaksi Sisa Klor Menggunakan Program EPANET 2.0**

Hasil pemodelan analisis penurunan sisa klor menggunakan program EPANET 2.0 juga dapat dilihat pada jaringan pipa distribusi yang ada, pada pipa distribusi menunjukkan konsentrasi sisa klor yang terkandung pada air PDAM Kota Malang, data tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.18 dan Lampiran A.

**Tabel 5.18 Hasil Pemodelan Penurunan Sisa Klor dengan Program EPANET 2.0**

No	<i>Flow</i>		<i>Velocity</i>	<i>chlorine</i>
	<i>Link ID</i>	<i>LPS</i>	<i>m/s</i>	<i>mg/L</i>
1	Pipe 2	280,35	0,73	0,49
2	Pipe 3	280,35	0,73	0,49
3	Pipe 4	259,35	0,67	0,49
4	Pipe 5	244,35	0,63	0,49
5	Pipe 6	237,35	0,62	0,49
6	Pipe 7	171	0,44	0,48
7	Pipe 8	161	0,42	0,48
8	Pipe 9	156	0,41	0,48
9	Pipe 10	151	0,39	0,48
10	Pipe 11	146	0,38	0,48
11	Pipe 12	141	0,37	0,47
12	Pipe 13	141	0,37	0,47
13	Pipe 14	141	0,37	0,47
14	Pipe 15	141	0,72	0,47
15	Pipe 16	116	0,59	0,47
16	Pipe 17	111	0,57	0,47
17	Pipe 18	111	0,57	0,47
18	Pipe 19	106	0,54	0,47
19	Pipe 20	88	0,45	0,47
20	Pipe 21	77	0,39	0,47
21	Pipe 22	72	1,02	0,47

**Lanjutan Tabel 5.18**

<b>No</b>	<b>Flow</b>		<b>Velocity</b>	<b>chlorine</b>
	<b>Link ID</b>	<b>LPS</b>	<b>m/s</b>	<b>mg/L</b>
22	Pipe 23	35	0,5	0,47
23	Pipe 24	37	1,18	0,47
24	Pipe 25	26	0,83	0,47
25	Pipe 26	11	0,62	0,47
26	Pipe 27	280,35	0,73	0,5
27	Pipe 1	350,35	0,91	0,5
28	Pipe 28	350,35	0,91	0,5
29	Pipe 29	166	0,43	0,48
30	Pipe 40	45,35	0,92	0,49
31	Pipe 41	34,6	1,1	0,49
32	Pipe 42	29,6	0,94	0,49
33	Pipe 43	19,6	0,97	0,49
34	Pipe 44	12,6	0,82	0,49
35	Pipe 47	1,51	0,34	0,49
36	Pipe 48	1,17	0,26	0,49
37	Pipe 49	0,53	0,12	0,49
38	Pipe 50	0,43	0,22	0,49
39	Pipe 51	0,33	0,17	0,49
40	Pipe 52	0,23	0,12	0,49
41	Pipe 53	0,23	0,12	0,49
42	Pipe 54	-0,07	0,03	0,47
43	Pipe 55	-0,37	0,19	0,47
44	Pipe 56	-0,37	0,08	0,47
45	Pipe 57	-0,47	0,11	0,48
46	Pipe 58	-0,47	0,11	0,48
47	Pipe 59	-0,32	0,07	0,48
48	Pipe 60	0,08	0,04	0,48



**Lanjutan Tabel 5.18**

No	Link ID	Flow	Velocity	chlorine
		LPS	m/s	mg/L
49	Pipe 61	-0,12	0,06	0,48
50	Pipe 62	-0,29	0,15	0,49
51	Pipe 63	-0,3	0,15	0,49
52	Pipe 64	-0,48	0,24	0,49
53	Pipe 65	-0,72	0,37	0,49
54	Pipe 66	-1,06	0,54	0,49
55	Pipe 67	-1,78	0,9	0,49
56	Pipe 68	-3,22	0,73	0,49
57	Pipe 69	-5,6	0,88	0,49
58	Pipe 70	-1,51	0,34	0,49
59	Pipe 71	0,37	0,08	0,48
60	Pipe 72	0,75	0,17	0,49
61	Pipe 73	1,36	0,31	0,49
62	Pipe 74	1,61	0,36	0,49
63	Pipe 75	1,55	0,35	0,49
64	Pipe 76	1,14	0,26	0,49
65	Pipe 77	0,92	0,21	0,49
66	Pipe 78	0,73	0,17	0,49
67	Pipe 79	0,6	0,14	0,49
68	Pipe 80	-0,15	0,07	0,49
69	Pipe 81	-0,1	0,05	0,49
70	Pipe 82	-0,15	0,08	0,48
71	Pipe 83	0,13	0,07	0,48
72	Pipe 84	0,04	0,02	0,48
73	Pipe 85	-0,1	0,05	0,47
74	Pipe 87	2,38	0,54	0,49
75	Pipe 88	1,88	0,96	0,49

**Lanjutan Tabel 5.18**

<b>No</b>	<b>Flow</b>		<b>Velocity</b>		<b>chlorine</b>
	<b>Link ID</b>	<b>LPS</b>	<b>m/s</b>	<b>mg/L</b>	
76	Pipe 89	1,24	0,63	0,49	
77	Pipe 90	0,61	0,31	0,49	
78	Pipe 91	0,24	0,12	0,48	
79	Pipe 92	-0,06	0,03	0,48	
80	Pipe 93	-0,12	0,06	0,48	
81	Pipe 94	-0,09	0,04	0,48	
82	Pipe 95	-0,13	0,07	0,48	
83	Pipe 96	0,86	0,44	0,49	
84	Pipe 97	0,41	0,21	0,49	
85	Pipe 98	0,41	0,21	0,49	
86	Pipe 99	0,36	0,18	0,49	
87	Pipe 45	4,75	0,75	0,49	
88	Pipe 46	4,45	0,7	0,49	
89	Pipe 86	4,3	0,68	0,49	
90	Pipe 100	1,39	0,71	0,49	
91	Pipe 101	0,87	0,44	0,49	
92	Pipe 102	0,63	0,32	0,49	
93	Pipe 103	0,47	0,24	0,49	
94	Pipe 104	0,3	0,15	0,49	
95	Pipe 105	-0,06	0,03	0,49	
96	Pipe 106	-0,06	0,03	0,49	
97	Pipe 107	0,11	0,05	0,49	
98	Pipe 108	0,11	0,05	0,49	
99	Pipe 109	0,65	0,33	0,48	
100	Pipe 110	0,15	0,07	0,48	
101	Pipe 111	-0,15	0,08	0,48	
102	Pipe 112	-0,15	0,08	0,48	

**Lanjutan Tabel 5.18**

No		<i>Flow</i>	<i>Velocity</i>	<i>chlorine</i>
	<i>Link ID</i>	<i>LPS</i>	<i>m/s</i>	<i>mg/L</i>
103	<i>Pipe 113</i>	-1,15	0,26	0,49
104	<i>Pipe 114</i>	-2,49	0,56	0,49
105	<i>Pipe 115</i>	-2,81	0,64	0,49
106	<i>Pipe 116</i>	1	0,23	0,49
107	<i>Pipe 117</i>	1	0,51	0,49
108	<i>Pipe 118</i>	0,9	0,46	0,49
109	<i>Pipe 119</i>	0,1	0,05	0,48
110	<i>Pipe 120</i>	0,32	0,16	0,49
111	<i>Pipe 121</i>	0,53	0,27	0,49
112	<i>Pipe 122</i>	0,57	0,29	0,49
113	<i>Pipe 123</i>	0,44	0,22	0,49
114	<i>Pipe 124</i>	0,31	0,16	0,49
115	<i>Pipe 125</i>	0,17	0,08	0,49
116	<i>Pipe 126</i>	-0,14	0,07	0,49
117	<i>Pipe 127</i>	-0,13	0,07	0,49
118	<i>Pipe 128</i>	-0,13	0,07	0,49
119	<i>Pipe 129</i>	0,14	0,07	0,48
120	<i>Pipe 130</i>	0,41	0,21	0,49
121	<i>Pipe 131</i>	0,54	0,12	0,48
122	<i>Pipe 132</i>	0,7	0,36	0,49
123	<i>Pipe 30</i>	15	0,85	0,49
124	<i>Pipe 31</i>	15	0,85	0,49
125	<i>Pipe 32</i>	15	0,85	0,49
126	<i>Pipe 33</i>	7	0,4	0,49
127	<i>Pipe 34</i>	5	0,28	0,48
128	<i>Pipe 35</i>	25	0,8	0,47
129	<i>Pipe 36</i>	10	0,57	0,47



**Lanjutan Tabel 5.18**

130	<i>Pipe 134</i>	5	0,28	0,47
131	<i>Pipe 142</i>	6	0,34	0,47
132	<i>Pipe 144</i>	161	0,42	0,48
133	<i>Pipe 145</i>	141	0,37	0,48

*Sumber: Program EPANET 2.0*

Pada jam 05.00 untuk hasil pemodelan analisis penurunan sisa klor pada sistem jaringan pipa PDAM Kota Malang yang menggunakan program *EPANET 2.0* ini, hasilnya pada pipa 142 sisa klor yang terkandung dalam air PDAM mencapai 0,02 mg/L, hal ini dikarenakan sisa klor yang mengalir belum mencapai waktunya untuk dapat mengalir semua jaringan pipa yang melayani Kecamatan Blimbing, diperlukan waktu yang sedikit lama lagi agar dapat mencapai pipa distribusi terjauh untuk sistem Wendit 1, ini bisa dilihat pada jam 06.00 hasil penurunan sisa klor pada pipa 142 konsentrasinya mencapai 0,47 mg/L. Jadi pada jam 06.00 sisa klor hasil injeksi pada jam 00.00 dapat tersebar kesemua jaringan pipa PDAM Kota Malang yang melayani Kecamatan Blimbing pada sistem Wendit 1. Pada pipa terjauh hasil penurunan sisa klor untuk pipa 142 dengan nilai konsentrasi sisa klornya mencapai 0,47 mg/L ini masih di atas batas minimal konsentrasi sisa klor untuk kualitas air minum yang diperbolehkan yaitu 0,2 mg/L, sehingga masih bisa dikatakan layak minum langsung dengan parameter sisa klor masih terpenuhi yang tentunya juga parameter-parameter lainnya sudah terpenuhi. Untuk lebih jelasnya persebaran penurunan konsentrasi sisa klor dapat dilihat pada Gambar 5.16 dan Lampiran B, pada gambar tersebut terlihat gradasi warna yang menjelaskan konsentrasi sisa klor yang ada pada pipa jaringan distribusi, warna hijau untuk konsentrasi sisa klor 0,50-0,75, warna biru muda untuk konsentrasi sisa klor 0,25-0,50 dan pada sistem jaringan pipa Wendit 1 konsentrasi sisa klor semuanya mencapai angka di atas batas minimal yang diwajibkan untuk parameter kualitas air minum yaitu 0,2 mg/L.



Analisis penurunan sisa klor PDAM Kota Malang dengan program *EPANET* 2.0 untuk pengembangan jaringan pelayanan yaitu DMA II.2 dan DMA II.20, hasil penurunan konsentrasi sisa klor saat jam 04.00 pada pipa terjauh untuk masing – masing DMA masih di atas 0,2 mg/L, untuk DMA II.2 pada pipa 119 konsentrasi sisa klor yang terkandung dalam air PDAM mencapai 0,48 mg/L dan untuk DMA II.20 pada pipa 54 konsentrasi sisa klor yang terkandung dalam air PDAM mencapai 0,35 mg/L. Jam 04.00 merupakan waktu yang dibutuhkan agar konsentrasi sisa klor hasil dari proses injeksi gas klor di *reservoir* pada jam 0.00 sudah tersebar ke seluruh jaringan pipa pada masing – masing DMA. Dapat disimpulkan bahwa pada dua DMA tersebut konsentrasi sisa klor yang ada masih memenuhi batas minimal yang diharuskan yaitu 0,2 mg/L, sehingga tidak diperlukan penambahan unit pengolahan baru yaitu pos reklorinasi pada masing – masing DMA. Data – data hasil pemodelan penurunan konsentrasis sisa klor pada DMA II.2 dapat dilihat pada Tabel 5.19 dan Tabel 5.20 untuk DMA II.20 pada jam 04.00.

**Tabel 5.19 Hasil Pemodelan Penurunan Sisa Klor dengan Program EPANET 2.0 Pada DMA II.2**

NO	Flow	Velocity	chlorine	
	Link ID	LPS	m/s	mg/L
1	Pipe 45	7,13	1,12	0,48
2	Pipe 46	6,68	1,05	0,48
3	Pipe 86	6,45	1,01	0,48
4	Pipe 100	2,08	1,06	0,48
5	Pipe 101	1,31	0,67	0,48
6	Pipe 102	0,95	0,48	0,48
7	Pipe 103	0,7	0,36	0,48
8	Pipe 104	0,45	0,23	0,48
9	Pipe 105	-0,09	0,05	0,47



**Lanjutan Tabel 5.19**

<b>NO</b>	<b>Link ID</b>	<b>Flow LPS</b>	<b>Velocity m/s</b>	<b>chlorine mg/L</b>
10	Pipe 106	-0,09	0,05	0,48
11	Pipe 107	0,16	0,08	0,48
12	Pipe 108	0,16	0,08	0,48
13	Pipe 109	0,97	0,49	0,48
14	Pipe 110	0,22	0,11	0,48
15	Pipe 111	-0,23	0,12	0,48
16	Pipe 112	-0,23	0,12	0,48
17	Pipe 113	-1,73	0,39	0,48
18	Pipe 114	-3,74	0,85	0,48
19	Pipe 115	-4,22	0,96	0,48
20	Pipe 116	1,5	0,34	0,48
21	Pipe 117	1,5	0,76	0,48
22	Pipe 118	1,35	0,69	0,48
23	Pipe 119	0,15	0,08	0,48
24	Pipe 120	0,48	0,24	0,48
25	Pipe 121	0,8	0,41	0,48
26	Pipe 122	0,86	0,44	0,48
27	Pipe 123	0,66	0,34	0,48
28	Pipe 124	0,46	0,23	0,48
29	Pipe 125	0,25	0,13	0,48
30	Pipe 126	-0,21	0,11	0,48
31	Pipe 127	-0,2	0,1	0,48
32	Pipe 128	-0,2	0,1	0,48
33	Pipe 129	0,21	0,11	0,48
34	Pipe 130	0,62	0,32	0,48
35	Pipe 131	0,81	0,18	0,48
36	Pipe 132	1,05	0,53	0,48

Hasil pemodelan penurunan konsentrasi sisa klor menggunakan program *EPANET* 2.0 dapat dilihat juga pada Gambar 5.17 dan Lampiran B untuk jaringan pipa DMA II.2 dan DMA II.20.

**Tabel 5.20 Hasil Pemodelan Penurunan Sisa Klor dengan Program EPANET 2.0 Pada DMA II.20**

NO		<i>Flow</i>	<i>Velocity</i>	<i>chlorine</i>
	<i>Link ID</i>	<i>LPS</i>	<i>m/s</i>	<i>mg/L</i>
1	<i>Pipe 41</i>	51,9	1,65	0,48
2	<i>Pipe 42</i>	44,4	1,41	0,48
3	<i>Pipe 43</i>	29,4	1,46	0,48
4	<i>Pipe 44</i>	18,9	1,23	0,48
5	<i>Pipe 69</i>	-8,4	1,32	0,48
6	<i>Pipe 70</i>	-2,27	0,51	0,48
7	<i>Pipe 71</i>	0,55	0,12	0,48
8	<i>Pipe 72</i>	1,13	0,25	0,48
9	<i>Pipe 73</i>	2,05	0,46	0,48
10	<i>Pipe 74</i>	2,41	0,55	0,48
11	<i>Pipe 75</i>	2,32	0,52	0,48
12	<i>Pipe 76</i>	1,71	0,39	0,48
13	<i>Pipe 77</i>	1,38	0,31	0,48
14	<i>Pipe 78</i>	1,09	0,25	0,48
15	<i>Pipe 79</i>	0,9	0,2	0,48
16	<i>Pipe 80</i>	-0,22	0,11	0,48
17	<i>Pipe 81</i>	-0,15	0,08	0,47
18	<i>Pipe 82</i>	-0,22	0,11	0,48
19	<i>Pipe 83</i>	0,2	0,1	0,48
20	<i>Pipe 84</i>	0,06	0,03	0,43
21	<i>Pipe 85</i>	-0,15	0,08	0,47
22	<i>Pipe 87</i>	3,57	0,81	0,48
23	<i>Pipe 88</i>	2,82	1,44	0,48

**Lanjutan Tabel 5.20**

<b>NO</b>	<b>Link ID</b>	<b>Flow LPS</b>	<b>Velocity m/s</b>	<b>chlorine mg/L</b>
24	Pipe 89	1,87	0,95	0,48
25	Pipe 90	0,92	0,47	0,48
26	Pipe 91	0,37	0,19	0,48
27	Pipe 92	-0,09	0,05	0,48
28	Pipe 93	-0,18	0,09	0,48
29	Pipe 94	-0,13	0,07	0,48
30	Pipe 95	-0,2	0,1	0,48
31	Pipe 96	1,29	0,66	0,48
32	Pipe 97	0,61	0,31	0,48
33	Pipe 98	0,61	0,31	0,48
34	Pipe 99	0,54	0,28	0,48

*Sumber: Program EPANET 2.0*

Hasil pemodelan penurunan konsentrasi sisa klor untuk DMA II.2 dan DMA II.20 pada Gambar 5.17 dapat dilihat pada pipa jaringan distribusinya semuanya berwarna biru muda, hal ini menandakan bahwa pada jaringan pipa tersebut kandungan konsantrasi sisa klor pada air PDAM mencapai angka di atas 0,25 mg/L. Pada Gambar 5.17, gradasi warna akan menunjukkan konsentrasi sisa klor yang terkandung pada air PDAM yang mengalir pada jaringan pipa di DMA II.2 dan DMA II.20. Gradasi warnanya ada biru tua untuk konsentrasi 0-0,25 mg/L, warna biru muda untuk konsentrasi 0,26-0,50 mg/L, warna hijau untuk konsentrasi 0,51-0,75 mg/L, warna kuning untuk konsentrasi 0,76-1,00 mg/L dan warna merah untuk konsentrasi di atas 1,00 mg/L. Pada sistem jaringan pipa untuk DMA II.2 dan DMA II.20 semua air pada pipa untuk jam 04.00 mengandung konsentrasi sisa klor di atas 0,25 mg/L, hal ini menjadikan air hasil olahan PDAM Kota Malang untuk parameter kualitas sisa klor sudah memenuhi baku mutu yang ditetapkan oleh PERMENKES



Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 untuk sisa klor minimal 0,2 mg/L dan tentunya untuk air PDAM bisa langsung dikonsumsi dengan catatan parameter lainnya harus sudah terpenuhi.

#### **d. Pemantauan dan Pemeliharaan**

Pemantauan dan pemeliharaan pada DMA ini akan dibahas tentang kualitas air yaitu sisa klor dan juga jaringan pipa distribusi dan aksesoris pendukung. Pemantauan ini difokuskan pada kualitas air PDAM Kota Malang yaitu dengan parameter sisa klor dan pemeliharaan difokuskan pada jaringan pipa distribusi dan aksesoris pendukung.

- **Kualitas (sisa klor)**

Pemantauan (pengawasan) menurut PERMENKES NOMOR 736/MENKES/PER/VI/2010 dilakukan secara eksternal dan secara internal. Untuk pengawasan eksternal ini dilakukan oleh Dinas Kesehatan Kota terkait dan pengawasan internal dilakukan oleh penyelenggara air minum dalam hal ini adalah PDAM Kota Malang. Pemantauan untuk kualitas air yaitu sisa klor ini dilakukan secara eksternal dan internal, secara eksternal dilakukan oleh Dinas Kesehatan Kota Malang dan Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit (BBTKLPP) Surabaya. Pemantauan dilakukan dengan cara melakukan analisis laboratorium untuk parameter kualitas air PDAM kepada kedua instansi tersebut dan ini dilakukan selama tiga bulan sekali. Titik samplingnya berada pada tandon dan langsung pada kran pelanggan. Sedangkan pemantauan secara internal dilakukan oleh pihak PDAM Kota Malang sendiri, titik samplingnya masih sama dengan pemantauan secara eksternal dan dilakukan setiap bulan sekali. Pemantauan internal ini dilakukan analisis laboratorium di PDAM Kota Malang. Dasar penentuan frekuensi dan jumlah sampel pengujian kualitas air minum dapat dilihat pada Tabel 5.21.

Pemantauan sisa klor pada DMA yang dibentuk salah satunya dilakukan dengan cara memantau dengan

menggunakan alat *recidual chlorine monitoring* (RCM). *Recidual chlorine monitoring* (RCM) ini ditempatkan pada sistem jaringan DMA yang dibentuk, contoh *recidual chlorine monitoring* (RCM) dapat dilihat pada Gambar 5.18 dan Gambar 5.19 yang menunjukkan contoh pemasangan *recidual chlorine monitoring* (RCM) pada satu sistem distribusi air minum atau DMA yang terbentuk.

Sampling langsung pada jaringan distribusi yaitu langsung pada pelanggan untuk pemantauan dilakukan pada waktu malam hari atau pada saat *minimum night flow*, hal ini dikarenakan umur tinggal sisa klor pada pipa distribusi lebih lama dibandingkan pada saat jam puncak, ini akan merepersentasikan penurunan sisa klor pada jaringan pipa distribusi dengan baik. Lamanya waktu tinggal sisa klor pada pipa distribusi diakibatkan oleh kecepatan aliran yang cukup rendah, sehingga sisa klor dapat bereaksi lebih lama dengan air PDAM dan yang terkandung di dalamnya dan mengakibatkan penurunan sisa klor lebih besar.

#### • Jaringan Pipa Distribusi dan Aksesoris Pendukung

Pemeliharaan jaringan pipa distribusi dan aksesoris pendukung ini merujuk pada PERMENPU/NO 18/PRT/M/2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum,

jaringan Distribusi Utama (JDU) atau distribusi primer:

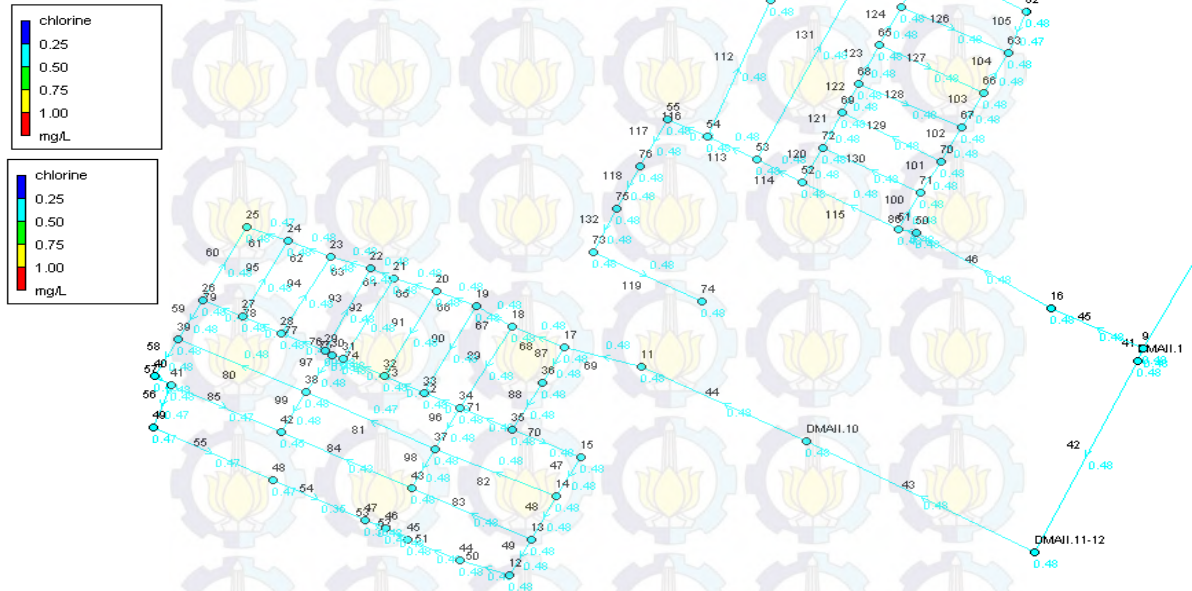
- Kran *Wash Out*, *Air Valve*, *Valve* pengatur Zoning diperiksa kelancaran kerjanya.
- Pemeliharaan *Gate Valve* khusus untuk aliran searah.
- Pengurasan pipa dapat dilakukan 3 bulan sekali.
- Katup-katup *wash out* dibuka sewaktu-waktu.
- Amati air yang keluar kalau kotor, buka terus sampai kelihatan jernih.
- *Gate Valve Zoning System*: Semua *Gate Valve*, baik untuk satu arah maupun dua arah selalu diperiksa apakah masih berfungsi dengan baik.

**Tabel 5.21 Frekuensi dan Jumlah Sampel Pengujian Kualitas Air**

No	Parameter	Frekuensi Pengujian	Jumlah Sampel/ Parameter/ Jaringan Distribusi		
			Jumlah Penduduk Yang Dilayani		
			< 5.000	< 5.000-100.000	> 100.000
1	Fisik	Satu Bulan Sekali	1	1 per 5.000 Penduduk	1per 10.000 Penduduk
2	Mikrobiologi	Satu Bulan Sekali	1	1 per 5.000 Penduduk	1per 10.000 Penduduk
3	Sisa Klor	Satu Bulan Sekali	1	1 per 5.000 Penduduk	1per 10.000 Penduduk
4	Kimia Wajib	Enam Bulan Sekali	1	1 per 5.000 Penduduk	1per 10.000 Penduduk
5	Kimia Tambahan	Enam Bulan Sekali	1	1 per 5.000 Penduduk	1per 10.000 Penduduk

*Sumber: PERMENPU/NO 18/PRT/M/2007*





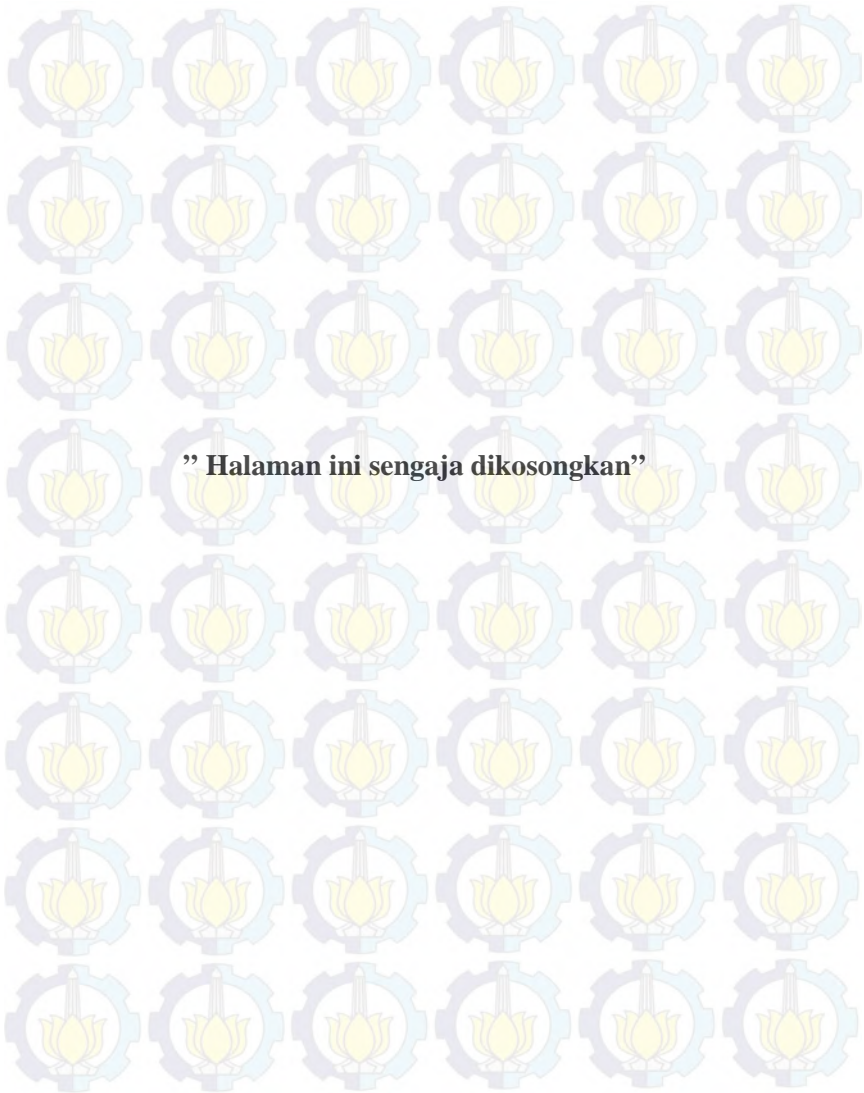
**Gambar 5.17 Hasil Pemodelan Penurunan Konsentrasi Sisa Klor dengan Program *EPANET 2.0***



**Gambar 5.18 Residual chlorine monitoring (RCM)**



**Gamabr 5.18 Residual chlorine monitoring (RCM) pada Sistem**








## BAB VI GAMBAR TEKNIS





### 6.1 *Detail Junction*

*Detail Junction* merupakan gambar detail yang menunjukkan jenis – jenis aksesoris yang digunakan pada setiap *node* yang ada pada saluran ZAMP di satu DMA tertentu dari Kecamatan Blimbing Kota Malang. *Detail Junction* digambarkan dengan simbol – simbol tertentu, simbol – simbol itu dapat dilihat pada Tabel 6.1. Gambar *Detail Junction* selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran B untuk lebih jelasnya.



**Tabel 6.1 Simbol – Simbol *Detail Junction***

No	Nama	Fungsi
1	 <i>All flange tee</i>	Digunakan bila ada percabangan
2	 <i>Bend flange 45°</i>	Digunakan untuk belokan 45°
3	 <i>Bend flange 90°</i>	Digunakan untuk belokan 90°

**Lajutan Tabel 6.1**

No	Nama	Fungsi
4	 <b><i>Straight Coupler</i></b>	Dipakai sebagai penyambung yang kuat dan fleksibel, agar mudah melepas aksesoris didekatnya bila ada kerusakan
5	 <b><i>Gate valve</i></b>	Mengatur debit air yang keluar/mengalir
6	 <b><i>Reducer-Increacer</i></b>	Untuk sambungan pipa dipekecil atau diperbesar
7	 <b><i>Flange with thrust</i></b>	Sambungan pipa yang masuk tembok, agar pegangan pipa kuat pada tembok

**Lanjutan Tabel 6.1**

No	Nama	Fungsi
8.	 <b>Meter air</b>	Mengetahui besarnya debit air yang mengalir
9.	 <b>Strainer</b>	Mengetahui besarnya kecepatan air yang mengalir

## 6.2 Penanaman Pipa

Penanaman pipa dilakukan pada jaringan pipa baru yaitu pada pipa primer yang diganti dengan diameter yang lebih besar dan untuk pipa jaringan DMA yang baru. Penanaman pipa ini menggunakan bentuk trapesium untuk penanaman pipa primer, ini dikarenakan pipa primer ditanam di bawah tanah di samping jalan utama Kecamatan Blimbing yaitu Jl. Mayor Jendral Moh. Wiyono yang membutuhkan pondasi yang lebih kuat karena banyak dilewati kendaraan. Penanaman pipa untuk DMA baru menggunakan bentuk persegi dikarenakan DMA terletak di perumahan ataupun perkampungan yang tidak membutuhkan pondasi yang terlalu kuat karena tidak banyak dilewati kendaraan besar. Untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 6.2, pipa – pipa mana saja yang dilakukan penanaman dan gambar di Lampiran B.



**Tabel 6.2 Panjang dan Diameter Pipa yang Ditanam**

<b>No</b>	<b>Pipa</b>	<b>Panjang (m)</b>	<b>Diameter (mm)</b>
1	<i>Pipe 17</i>	406,69	500
2	<i>Pipe 18</i>	356,24	500
3	<i>Pipe 19</i>	330,13	500
4	<i>Pipe 20</i>	291,91	500
5	<i>Pipe 21</i>	369,07	500
6	<i>Pipe 24</i>	596,93	200
7	<i>Pipe 25</i>	376,13	200
8	<i>Pipe 40</i>	356,21	250
9	<i>Pipe 41</i>	11,23	300
10	<i>Pipe 42</i>	179,98	200
11	<i>Pipe 43</i>	188,3	150
12	<i>Pipe 44</i>	134,23	150
13	<i>Pipe 47</i>	37,71	75
14	<i>Pipe 48</i>	41,58	75
15	<i>Pipe 49</i>	33,91	75
16	<i>Pipe 50</i>	38,18	50
17	<i>Pipe 51</i>	40,96	50
18	<i>Pipe 52</i>	18,17	50
19	<i>Pipe 53</i>	17,13	50
20	<i>Pipe 54</i>	73,91	50
21	<i>Pipe 55</i>	96,32	50
22	<i>Pipe 56</i>	38,62	75
23	<i>Pipe 57</i>	13,63	75
24	<i>Pipe 58</i>	36,22	75
25	<i>Pipe 59</i>	37,73	75
26	<i>Pipe 60</i>	70,39	50
27	<i>Pipe 61</i>	32,14	50

**Lanjutan Tabel 6.1**

<b>No</b>	<b>Pipa</b>	<b>Panjang (m)</b>	<b>Diameter (mm)</b>
28	<i>Pipe 62</i>	32,94	50
29	<i>Pipe 63</i>	29,99	50
30	<i>Pipe 64</i>	19,36	50
31	<i>Pipe 65</i>	31,84	50
32	<i>Pipe 66</i>	31,88	50
33	<i>Pipe 67</i>	30,35	50
34	<i>Pipe 68</i>	41,31	75
35	<i>Pipe 69</i>	57,87	90
36	<i>Pipe 70</i>	54,44	75
37	<i>Pipe 71</i>	41,46	75
38	<i>Pipe 72</i>	28,49	75
39	<i>Pipe 73</i>	32,53	75
40	<i>Pipe 74</i>	32,51	75
41	<i>Pipe 75</i>	8,74	75
42	<i>Pipe 76</i>	6,11	75
43	<i>Pipe 77</i>	34,52	75
44	<i>Pipe 78</i>	31,46	75
45	<i>Pipe 79</i>	31,38	75
46	<i>Pipe 80</i>	102,18	50
47	<i>Pipe 81</i>	104,31	50
48	<i>Pipe 82</i>	94,68	50
49	<i>Pipe 83</i>	96,78	50
50	<i>Pipe 84</i>	104,45	50
51	<i>Pipe 85</i>	88,82	50
52	<i>Pipe 87</i>	34,87	75
53	<i>Pipe 88</i>	44,74	50
54	<i>Pipe 89</i>	79,37	50

**Lanjutan Tabel 6.1**

<b>No</b>	<b>Pipa</b>	<b>Panjang (m)</b>	<b>Diameter (mm)</b>
55	<i>Pipe 90</i>	82,86	50
56	<i>Pipe 91</i>	81,13	50
57	<i>Pipe 92</i>	78,44	50
58	<i>Pipe 93</i>	78,59	50
59	<i>Pipe 94</i>	74,34	50
60	<i>Pipe 95</i>	72,31	50
61	<i>Pipe 96</i>	38,74	50
62	<i>Pipe 97</i>	37,03	50
63	<i>Pipe 98</i>	37,68	50
64	<i>Pipe 99</i>	38,45	50
65	<i>Pipe 45</i>	74,51	90
66	<i>Pipe 46</i>	116,27	90
67	<i>Pipe 86</i>	12,82	90
68	<i>Pipe 100</i>	34,65	50
69	<i>Pipe 101</i>	30,96	50
70	<i>Pipe 102</i>	32,31	50
71	<i>Pipe 103</i>	33,39	50
72	<i>Pipe 104</i>	38,6	50
73	<i>Pipe 105</i>	37,41	50
74	<i>Pipe 106</i>	82,42	50
75	<i>Pipe 107</i>	11,81	50
76	<i>Pipe 108</i>	31,42	50
77	<i>Pipe 109</i>	7,51	50
78	<i>Pipe 110</i>	42,09	50
79	<i>Pipe 111</i>	89,15	50
80	<i>Pipe 112</i>	124,51	50
81	<i>Pipe 113</i>	40,66	75



**Lanjutan Tabel 6.1**

No	Pipa	Panjang (m)	Diameter (mm)
82	Pipe 114	38,28	75
83	Pipe 115	79,49	75
84	Pipe 116	32,02	75
85	Pipe 117	44,52	50
86	Pipe 118	40,26	50
87	Pipe 119	88,08	50
88	Pipe 120	32,59	50
89	Pipe 121	33,84	50
90	Pipe 122	27,25	50
91	Pipe 123	36,61	50
92	Pipe 124	36,2	50
93	Pipe 125	42,34	50
94	Pipe 126	85,9	50
95	Pipe 127	84,72	50
96	Pipe 128	82,65	50
97	Pipe 129	82,65	50
98	Pipe 130	80,19	50
99	Pipe 131	215,22	75
100	Pipe 132	40,43	50

*Sumber: Hasil Analisis EPANET 2.0*



## **BAB VII**

### ***BILL OF QUALITY (BOQ) DAN RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB)***

BOQ atau *Bill of Quantity* merupakan perincian jumlah dari seluruh peralatan dan pekerjaan yang dibutuhkan di dalam perencanaan Zona Air Minum Prima PDAM Kota Malang di Kecamatan Blimbing, sedangkan RAB adalah biaya-biaya yang diperlukan dalam pengadaan peralatan dan biaya pembayaran tenaga kerja. Berikut merupakan hasil perhitungan dari peralatan dan pekerjaan yang akan digunakan dalam Zona Air Minum Prima (ZAMP) PDAM Kota Malang di Kecamatan Blimbing. BOQ dan RAB ini dikhususkan untuk DMA pada Zona Air Minum Prima PDAM Kota Malang di Kecamatan Blimbing.

#### **7.1 *Bill Of Quality (BOQ) dan RAB Pipa***

*Bill Of Quality (BOQ)* dan rencana anggaran biaya (RAB) Pipa untuk perencanaan Zona Air Minum Prima PDAM Kota Malang (ZAMP) di Kecamatan Blimbing ini akan dijelaskan tentang pengadaan pipa dan aksesoris pipa yaitu biaya pembelian pipa dan juga aksesoris pendukung untuk perencanaan ini.

##### **7.1.1 Pengadaan Pipa**

Dalam perencanaan ZAMP PDAM Kota Malang di Kecamatan Blimbing ini digunakan pipa HDPE. Data masing masing diameter dan panjang pipa didapatkan dari analisa *EPANET 2.0*. Berikut ini perincian *BOQ* perpipaan dapat dilihat pada Tabel 7.1, terdapat data diameter dan panjang pipa baru. *BOQ* dan RAB yang dibutuhkan dalam perencanaan DMA pada ZAMP PDAM Kota Malang di Kecamatan Blimbing ini hasil perhitungan pengadaan pipanya dapat dilihat pada Tabel 7.2, jumlah biaya yang dibutuhkan dapat diketahui pada table tersebut, total biayanya untuk pengadaan pipa mencapai angka sebesar **RP. 4.461.940.035.**



**Tabel 7.1 Bill Of Quality (BOQ) Perpipa**

No	Diameter Pipa	Panjang Pipa
	mm	m
1	500	1754,04
2	300	11,23
3	250	356,21
4	200	1.153,04
5	150	322,53
6	90	261,47
7	75	1022,89
8	50	3208,41

*Sumber: Program EPANET 2.0*

**Tabel 7.2 Bill Of Quality BOQ dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) Pipa PE SDR 17 (PN 10)**

No	Diameter Pipa	Panjang Pipa	Harga Satuan	Jumlah Harga
	mm	m		
1	500	1754,04	2.089.550	3.665.154.282
2	300	11,23	832.450	9.348.414
3	250	356,21	523.250	186.386.883
4	200	1.153,04	336.600	388.113.264
5	150	322,53	215.700	69.569.721
6	90	261,47	96350	25.192.635
7	75	1022,89	48.250	49.354.443
8	50	3208,41	21.450	68.820.395
<b>Total Biaya</b>				<b>4.461.940.035</b>

*Sumber: Hasil Perhitungan*

### 7.1.2 Pengadaan Aksesoris Pipa

Perencanaan ZAMP ini juga dihitung kebutuhan aksesoris pipa pendukung dan dapat dilihat biayanya pada Tabel 7.3.

**Tabel 7.3 Harga Pengadaan Aksesoris Pipa**

No	Material	Spesifikasi	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Harga (Rp)
Reducer/Increase					
1	PE	ø 250 x 200 mm	1	1.167.500	1.167.500
2		ø 200 x 150 mm	1	1.167.500	1.167.500
3		ø 140 x 110 mm	1	1.167.500	1.167.500
4		ø 110 x 90 mm	1	1.167.500	1.167.500
5		ø 90 x 75 mm	2	557.500	1.115.000
6		ø 75 x 63 mm	4	421.250	1.685.000
7		ø 63 x 50 mm	4	232.500	930.000
Jumlah					8.400.000
Tee All Flange					
1	PE	ø 250 mm	1	1.717.500	1.717.500
2		ø 90 mm	1	882.500	882.500
3		ø 75 mm	3	638.750	1.916.250
4		ø 50 mm	12	258.750	3.105.000
Jumlah					7.621.250
Elbow / Bend Flange 90°					
1	PE	ø 90 x 90 mm	2	557.500	1.115.000
2		ø 50 x 50 mm	3	191.250	573.750
3		ø 75 x 50 mm	1	200.000	200.000
Jumlah					1.888.750
Elbow / Bend Flange 45°					
1	PE	ø 90 x 90 mm	1	557.500	557.500
2		ø 50 x 50 mm	2	191.250	382.500
Jumlah					940.000
Straight Coupler					
1	PE	ø 250 mm	1	1.221.250	1.221.250

*Sumber: Hasil Perhitungan*

**Lanjutan Tabel 7.3**

No	Material	Spesifikasi	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Harga (Rp)
2	PE	ø 200 mm	1	1.221.250	1.221.250
3		ø 90 mm	6	571.250	3.427.500
4		ø 75 mm	8	461.250	3.690.000
5		ø 50 mm	42	177.500	7.455.000
Jumlah					17.015.000
Gate Valve					
1	PE	ø 90 mm	4	1.436.500	5.746.000
2		ø 75 mm	2	1.174.550	2.349.100
3		ø 50 mm	3	594.250	1.782.750
Jumlah					9.877.850
Meter Air					
1	PE	ø 90 mm	1	2.093.000	2.093.000
Jumlah					2.093.000
Strainer					
1	PE	ø 90 mm	1		
Jumlah					47.835.850

*Sumber: Hasil Perhitungan*

## **7.2 BOQ dan RAB Penanaman Pipa**

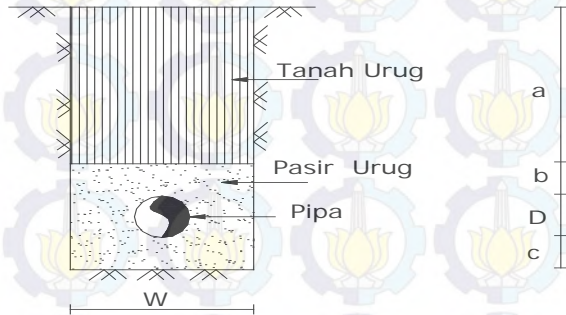
BOQ dan RAB penanaman pipa untuk sistem jaringan DMA pada ZAMP PDAM Kota Malang akan diperjelas mengenai galiam pipa, volume urugan dan volume buangan tanah.

### **7.2.1 BOQ penggalian pipa normal**

Untuk penggalian pipa direncanakan pada keadaan tanah stabil (normal) seperti Gambar 7.1. Untuk gambaran penanaman galian pipa normal dapat dilihat melalui gambar tipikal pada lampiran. Penanaman pipa dari muka tanah direncanakan sesuai dengan diameter pipa yang dapat dilihat pada Gambar 7.1. Adapun nilai



a,b,c,d dan w telah diatur dalam standar Departemen Pekerjaan Umum yang dapat dilihat melalui Tabel 7.3.



## GALIAN NORMAL

**Gambar 7.1 Galian Normal Pipa**

### 7.2.2 Volume Galian Tanah

Volume galian tanah di sini adalah volume galian tanah yang dikerjakan untuk pemasangan pipa distribusi DMA pada ZAMP PDAM Kota Malang di Kecamatan Blimbing. Perhitungan volume galian tanah untuk pipa 41 dengan diameter 300 mm dapat dilihat sebagai berikut:

Lebar	= 1,35 m
Kedalaman pipa (w)	= 0,8 m
Panjang pipa	= 11,23 m
Luas galian	= lebar x kedalaman = 1,35 x 0,8
	= 1,08 m <sup>2</sup>
Volume galian/m	= luas galian x panjang pipa
	= 1,08 m <sup>2</sup> x 11,23 m
	= 12,13 m <sup>3</sup>

**Tabel 7.4 Standar Urugan Galian yang Diperkenankan**

No	Diameter (mm)	L	h pipa	h tanah	h pasir	
		Abcd	W	a	b	
1	50 - 100	100 - 115	55 - 60	65 - 75	15	15
2	150 - 200	120 - 125	65 - 70	75	15	15
3	250 - 300	130 - 135	75 - 80	75	15	15
4	350 - 400	140 - 150	85 - 95	75	15	15
5	500 - 600	160 - 170	100 - 110	75	15	15
6	600 - 700	180 - 190	120 - 130	75	15	15
7	700 - 900	190 - 200	140 - 150	75	15	15
8	900 - 1100	200 - 210	160 - 170	75	15	15
9	1100 - 1300	210 - 220	180 - 190	75	15	15

*Sumber : Departemen Pekerjaan Umum*

### 7.2.3 Volume Urugan Tanah

Volume urugan tanah di sini adalah volume urugan tanah yang dikerjakan untuk pemasangan pipa distribui DMA pada ZAMP PDAM Kota Malang di Kecamatan Blimbing. Berikut adalah contoh perhitungan urugan tanah untuk pipa 41 dengan diameter 300 mm dapat dilihat sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar} &= 1,35 \text{ m} \\
 \text{Kedalaman tanah (a)} &= 0,75 \text{ m} \\
 \text{Panjang pipa} &= 11,23 \text{ m} \\
 \text{Luas urugan tanah} &= \text{lebar} \times \text{kedalaman} = 1,35 \times 0,75 \\
 &= 1,01 \text{ m}^2 \\
 \text{Volume tanah/m} &= \text{luas galian} \times \text{panjang pipa} \\
 &= 1,01 \text{ m}^2 \times 11,23 \text{ m} \\
 &= 11,37 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

### 7.2.4 Volume Urugan Pasir

Volume urugan pasir di sini adalah volume urugan pasir yang dikerjakan untuk pemasangan pipa distribui DMA pada ZAMP

PDAM Kota Malang di Kecamatan Blimbing. Berikut adalah contoh perhitungan urugan tanah untuk pipa 41 dengan diameter 300 mm dapat dilihat sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar} &= 1,35 \text{ m} \\
 \text{Kedalaman pasir (b)} &= 0,05 \text{ m} \\
 \text{Panjang pipa} &= 11,23 \text{ m} \\
 \text{Luas urugan pasir} &= \text{lebar} \times \text{kedalaman} = 1,35 \times 0,05 \\
 &= 0,0675 \text{ m}^2 \\
 \text{Volume pasir/m} &= \text{luas galian} \times \text{panjang pipa} \\
 &= 0,0675 \text{ m}^2 \times 700 \text{ m} \\
 &= 0,76 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

### 7.2.5 Volume Tanah Dibuang

Volume tanah yang dibuang adalah volume penggalian tanah dikurangi dengan volume urugan tanah. Berikut adalah contoh perhitungan urugan tanah untuk pipa 41 dengan diameter 300 mm dapat dilihat sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume galian/m} &= 12,13 \text{ m}^3 \\
 \text{Volume urugan tanah/m} &= 11,37 \text{ m}^3 \\
 \text{Volume tanah dibuang} &= \text{Volume galian/m} - \text{Volume urugan tanah/m} \\
 &= 12,13 \text{ m}^3 - 11,37 \text{ m}^3 \\
 &= 0,76 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel 7.4 berikut :



**Tabel 7.5 Perhitungan Harga Satuan Galian Normal Pipa**

No	Analisa	Indeks	Satuan	Harga satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1 m <sup>3</sup> Galian untuk tanah biasa sedalam 1 - 2 m					
1	Pekerja	0,900	oh	Rp45.000	Rp40.500
2	Mandor	0,045	oh	Rp69.000	Rp3.105
<b>Total</b>					<b>Rp43.605</b>
1 m <sup>3</sup> urugan tanah kembali					
1	Pekerja	0,300	oh	Rp45.000	Rp13.500
2	Mandor	0,015	oh	Rp69.000	Rp1.035
<b>Total</b>					<b>Rp14.998</b>
1 m <sup>3</sup> urugan pasir dengan pasir urug					
1	Pasir urug	1,2	m <sup>3</sup>	Rp938.000	Rp1.125.600
2	Pekerja	0,300	oh	Rp45.000	Rp13.500
3	Mandor	0,01	oh	Rp69.000	Rp1.139.100
<b>Total</b>					<b>Rp2.278.200</b>
1 m3 Pembuangan tanah sejauh 150m					
1	Pekerja	0,33	oh	Rp45.000	Rp14.850
2	Mandor	0,010	oh	Rp69.000	Rp690
<b>Total</b>					<b>Rp15.540</b>

Tabel 7.6 Perhitungan BOQ Galian Normal Pipa Distribusi

No	No pipa	L (m)	ID	L	h pipa	h tanah	h pasir	Volume galian (m <sup>3</sup> )	Volume urugan tanah (m <sup>3</sup> )	Volume urugan pasir (m <sup>3</sup> )	Volume pembuangan tanah (m <sup>3</sup> )
			Mm	m	m	m	m				
1	Pipe 17	406,69	500	1,6	1	0,75	0,25	650,70	488,03	162,68	162,68
2	Pipe 18	356,24	500	1,6	1	0,75	0,25	569,98	427,49	142,50	142,50
3	Pipe 19	330,13	500	1,6	1	0,75	0,25	528,21	396,16	132,05	132,05
4	Pipe 20	291,91	500	1,6	1	0,75	0,25	467,06	350,29	116,76	116,76
5	Pipe 21	369,07	500	1,6	1	0,75	0,25	590,51	442,88	147,63	147,63
6	Pipe 24	596,93	200	1,25	0,7	0,65	0,05	522,31	485,01	37,31	37,31
7	Pipe 25	376,13	200	1,25	0,7	0,65	0,05	329,11	305,61	23,51	23,51
8	Pipe 40	356,21	250	1,3	0,75	0,7	0,05	347,30	324,15	23,15	23,15
9	Pipe 41	11,23	300	1,35	0,8	0,75	0,05	12,13	11,37	0,76	0,76
10	Pipe 42	179,98	200	1,25	0,7	0,65	0,05	157,48	146,23	11,25	11,25
11	Pipe 43	188,3	150	1,2	0,65	0,63	0,02	146,87	142,35	4,52	4,52
12	Pipe 44	134,23	150	1,2	0,65	0,63	0,02	104,70	101,48	3,22	3,22
13	Pipe 47	37,71	75	1,1	0,57	0,55	0,02	23,64	22,81	0,83	0,83
14	Pipe 48	41,58	75	1,1	0,57	0,55	0,02	26,07	25,16	0,91	0,91
15	Pipe 49	33,91	75	1,1	0,57	0,55	0,02	21,26	20,52	0,75	0,75
16	Pipe 50	38,18	50	1	0,55	0,5	0,05	21,00	19,09	1,91	1,91
17	Pipe 51	40,96	50	1	0,55	0,5	0,05	22,53	20,48	2,05	2,05
18	Pipe 52	18,17	50	1	0,55	0,5	0,05	9,99	9,09	0,91	0,91
19	Pipe 53	17,13	50	1	0,55	0,5	0,05	9,42	8,57	0,86	0,86
20	Pipe 54	73,91	50	1	0,55	0,5	0,05	40,65	36,96	3,70	3,70
21	Pipe 55	96,32	50	1	0,55	0,5	0,05	52,98	48,16	4,82	4,82
22	Pipe 56	38,62	75	1,1	0,57	0,55	0,02	24,21	23,37	0,85	0,85
23	Pipe 57	13,63	75	1,1	0,57	0,55	0,02	8,55	8,25	0,30	0,30
24	Pipe 58	36,22	75	1,1	0,57	0,55	0,02	22,71	21,91	0,80	0,80

Lanjutan Tabel 7.6

No	No pipa	L (m)	ID	L	h pipa	h tanah	h pasir	Volume galian (m <sup>3</sup> )	Volume urugan tanah (m <sup>3</sup> )	Volume urugan pasir (m <sup>3</sup> )	Volume pembuangan tanah (m <sup>3</sup> )
			Mm	m	m	m	m				
25	Pipe 59	37,73	75	1,1	0,57	0,55	0,02	23,66	22,83	0,83	0,83
26	Pipe 60	70,39	50	1	0,55	0,5	0,05	38,71	35,20	3,52	3,52
27	Pipe 61	32,14	50	1	0,55	0,5	0,05	17,68	16,07	1,61	1,61
28	Pipe 62	32,94	50	1	0,55	0,5	0,05	18,12	16,47	1,65	1,65
29	Pipe 63	29,99	50	1	0,55	0,5	0,05	16,49	15,00	1,50	1,50
30	Pipe 64	19,36	50	1	0,55	0,5	0,05	10,65	9,68	0,97	0,97
31	Pipe 65	31,84	50	1	0,55	0,5	0,05	17,51	15,92	1,59	1,59
32	Pipe 66	31,88	50	1	0,55	0,5	0,05	17,53	15,94	1,59	1,59
33	Pipe 67	30,35	50	1	0,55	0,5	0,05	16,69	15,18	1,52	1,52
34	Pipe 68	41,31	75	1,1	0,57	0,55	0,02	25,90	24,99	0,91	0,91
35	Pipe 69	57,87	90	1,12	0,58	0,56	0,02	37,59	36,30	1,30	1,30
36	Pipe 70	54,44	75	1,1	0,57	0,55	0,02	34,13	32,94	1,20	1,20
37	Pipe 71	41,46	75	1,1	0,57	0,55	0,02	26,00	25,08	0,91	0,91
38	Pipe 72	28,49	75	1,1	0,57	0,55	0,02	17,86	17,24	0,63	0,63
39	Pipe 73	32,53	75	1,1	0,57	0,55	0,02	20,40	19,68	0,72	0,72
40	Pipe 74	32,51	75	1,1	0,57	0,55	0,02	20,38	19,67	0,72	0,72
41	Pipe 75	8,74	75	1,1	0,57	0,55	0,02	5,48	5,29	0,19	0,19
42	Pipe 76	6,11	75	1,1	0,57	0,55	0,02	3,83	3,70	0,13	0,13
43	Pipe 77	34,52	75	1,1	0,57	0,55	0,02	21,64	20,88	0,76	0,76
44	Pipe 78	31,46	75	1,1	0,57	0,55	0,02	19,73	19,03	0,69	0,69
45	Pipe 79	31,38	75	1,1	0,57	0,55	0,02	19,68	18,98	0,69	0,69
46	Pipe 80	102,18	50	1	0,55	0,5	0,05	56,20	51,09	5,11	5,11



Lanjutan Tabel 7.6

No	No pipa	L (m)	ID	L	h pipa	h tanah	h pasir	Volume galian (m <sup>3</sup> )	Volume urugan tanah (m <sup>3</sup> )	Volume urugan pasir (m <sup>3</sup> )	Volume pembuangan tanah (m <sup>3</sup> )
			mm	m	m	m	m				
47	Pipe 81	104,31	50	1	0,55	0,5	0,05	57,37	52,16	5,22	5,22
48	Pipe 82	94,68	50	1	0,55	0,5	0,05	52,07	47,34	4,73	4,73
49	Pipe 83	96,78	50	1	0,55	0,5	0,05	53,23	48,39	4,84	4,84
50	Pipe 84	104,45	50	1	0,55	0,5	0,05	57,45	52,23	5,22	5,22
51	Pipe 85	88,82	50	1	0,55	0,5	0,05	48,85	44,41	4,44	4,44
52	Pipe 87	34,87	75	1,1	0,57	0,55	0,02	21,86	21,10	0,77	0,77
53	Pipe 88	44,74	50	1	0,55	0,5	0,05	24,61	22,37	2,24	2,24
54	Pipe 89	79,37	50	1	0,55	0,5	0,05	43,65	39,69	3,97	3,97
55	Pipe 90	82,86	50	1	0,55	0,5	0,05	45,57	41,43	4,14	4,14
56	Pipe 91	81,13	50	1	0,55	0,5	0,05	44,62	40,57	4,06	4,06
57	Pipe 92	78,44	50	1	0,55	0,5	0,05	43,14	39,22	3,92	3,92
58	Pipe 93	78,59	50	1	0,55	0,5	0,05	43,22	39,30	3,93	3,93
59	Pipe 94	74,34	50	1	0,55	0,5	0,05	40,89	37,17	3,72	3,72
60	Pipe 95	72,31	50	1	0,55	0,5	0,05	39,77	36,16	3,62	3,62
61	Pipe 96	38,74	50	1	0,55	0,5	0,05	21,31	19,37	1,94	1,94
62	Pipe 97	37,03	50	1	0,55	0,5	0,05	20,37	18,52	1,85	1,85
63	Pipe 98	37,68	50	1	0,55	0,5	0,05	20,72	18,84	1,88	1,88
64	Pipe 99	38,45	50	1	0,55	0,5	0,05	21,15	19,23	1,92	1,92
65	Pipe 45	74,51	90	1,12	0,58	0,56	0,02	48,40	46,73	1,67	1,67
66	Pipe 46	116,27	90	1,12	0,58	0,56	0,02	75,53	72,92	2,60	2,60
67	Pipe 86	12,82	90	1,12	0,58	0,56	0,02	8,33	8,04	0,29	0,29
68	Pipe 100	34,65	50	1	0,55	0,5	0,05	19,06	17,33	1,73	1,73

Lanjutan Tabel 7.6

No	No pipa	L (m)	ID	L	h pipa	h tanah	h pasir	Volume galian (m <sup>3</sup> )	Volume urugan tanah (m <sup>3</sup> )	Volume urugan pasir (m <sup>3</sup> )	Volume pembuangan tanah (m <sup>3</sup> )
			mm	m	m	m	m				
48	Pipe 82	94,68	50	1	0,55	0,5	0,05	52,07	47,34	4,73	4,73
49	Pipe 83	96,78	50	1	0,55	0,5	0,05	53,23	48,39	4,84	4,84
50	Pipe 84	104,45	50	1	0,55	0,5	0,05	57,45	52,23	5,22	5,22
51	Pipe 85	88,82	50	1	0,55	0,5	0,05	48,85	44,41	4,44	4,44
52	Pipe 87	34,87	75	1,1	0,57	0,55	0,02	21,86	21,10	0,77	0,77
53	Pipe 88	44,74	50	1	0,55	0,5	0,05	24,61	22,37	2,24	2,24
54	Pipe 89	79,37	50	1	0,55	0,5	0,05	43,65	39,69	3,97	3,97
55	Pipe 90	82,86	50	1	0,55	0,5	0,05	45,57	41,43	4,14	4,14
56	Pipe 91	81,13	50	1	0,55	0,5	0,05	44,62	40,57	4,06	4,06
57	Pipe 92	78,44	50	1	0,55	0,5	0,05	43,14	39,22	3,92	3,92
58	Pipe 93	78,59	50	1	0,55	0,5	0,05	43,22	39,30	3,93	3,93
59	Pipe 94	74,34	50	1	0,55	0,5	0,05	40,89	37,17	3,72	3,72
60	Pipe 95	72,31	50	1	0,55	0,5	0,05	39,77	36,16	3,62	3,62
61	Pipe 96	38,74	50	1	0,55	0,5	0,05	21,31	19,37	1,94	1,94
62	Pipe 97	37,03	50	1	0,55	0,5	0,05	20,37	18,52	1,85	1,85
63	Pipe 98	37,68	50	1	0,55	0,5	0,05	20,72	18,84	1,88	1,88
64	Pipe 99	38,45	50	1	0,55	0,5	0,05	21,15	19,23	1,92	1,92
65	Pipe 45	74,51	90	1,12	0,58	0,56	0,02	48,40	46,73	1,67	1,67
66	Pipe 46	116,27	90	1,12	0,58	0,56	0,02	75,53	72,92	2,60	2,60
67	Pipe 86	12,82	90	1,12	0,58	0,56	0,02	8,33	8,04	0,29	0,29
68	Pipe 100	34,65	50	1	0,55	0,5	0,05	19,06	17,33	1,73	1,73
69	Pipe 101	30,96	50	1	0,55	0,5	0,05	17,03	15,48	1,55	1,55
70	Pipe 102	32,31	50	1	0,55	0,5	0,05	17,77	16,16	1,62	1,62

Lanjutan Tabel 7.6

No	No pipa	L (m)	ID	L	h pipa	h tanah	h pasir	Volume galian (m <sup>3</sup> )	Volume urugan tanah (m <sup>3</sup> )	Volume urugan pasir (m <sup>3</sup> )	Volume pembuangan tanah (m <sup>3</sup> )
			mm	m	m	m	m				
71	Pipe 103	33,39	50	1	0,55	0,5	0,05	18,36	16,70	1,67	1,67
72	Pipe 104	38,6	50	1	0,55	0,5	0,05	21,23	19,30	1,93	1,93
73	Pipe 105	37,41	50	1	0,55	0,5	0,05	20,58	18,71	1,87	1,87
74	Pipe 106	82,42	50	1	0,55	0,5	0,05	45,33	41,21	4,12	4,12
75	Pipe 107	11,81	50	1	0,55	0,5	0,05	6,50	5,91	0,59	0,59
76	Pipe 108	31,42	50	1	0,55	0,5	0,05	17,28	15,71	1,57	1,57
77	Pipe 109	7,51	50	1	0,55	0,5	0,05	4,13	3,76	0,38	0,38
78	Pipe 110	42,09	50	1	0,55	0,5	0,05	23,15	21,05	2,10	2,10
79	Pipe 111	89,15	50	1	0,55	0,5	0,05	49,03	44,58	4,46	4,46
80	Pipe 112	124,51	50	1	0,55	0,5	0,05	68,48	62,26	6,23	6,23
81	Pipe 113	40,66	75	1,1	0,57	0,55	0,02	25,49	24,60	0,89	0,89
82	Pipe 114	38,28	75	1,1	0,57	0,55	0,02	24,00	23,16	0,84	0,84
83	Pipe 115	79,49	75	1,1	0,57	0,55	0,02	49,84	48,09	1,75	1,75
84	Pipe 116	32,02	75	1,1	0,57	0,55	0,02	20,08	19,37	0,70	0,70
85	Pipe 117	44,52	50	1	0,55	0,5	0,05	24,49	22,26	2,23	2,23
86	Pipe 118	40,26	50	1	0,55	0,5	0,05	22,14	20,13	2,01	2,01
87	Pipe 119	88,08	50	1	0,55	0,5	0,05	48,44	44,04	4,40	4,40
88	Pipe 120	32,59	50	1	0,55	0,5	0,05	17,92	16,30	1,63	1,63
89	Pipe 121	33,84	50	1	0,55	0,5	0,05	18,61	16,92	1,69	1,69
90	Pipe 122	27,25	50	1	0,55	0,5	0,05	14,99	13,63	1,36	1,36
91	Pipe 123	36,61	50	1	0,55	0,5	0,05	20,14	18,31	1,83	1,83
92	Pipe 124	36,2	50	1	0,55	0,5	0,05	19,91	18,10	1,81	1,81
93	Pipe 125	42,34	50	1	0,55	0,5	0,05	23,29	21,17	2,12	2,12

Lanjutan Tabel 7.6

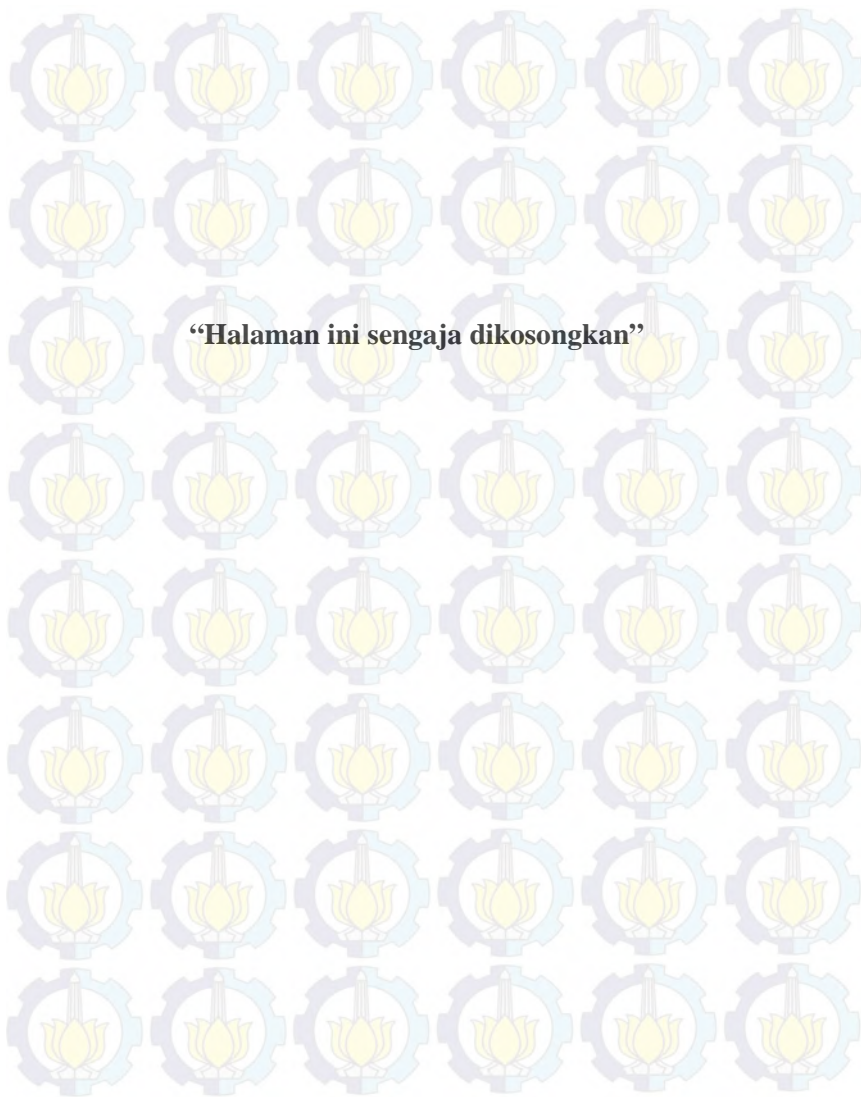


No	No pipa	L (m)	ID	L	h pipa	h tanah	h pasir	Volume galian (m <sup>3</sup> )	Volume urugan tanah (m <sup>3</sup> )	Volume urugan pasir (m <sup>3</sup> )	Volume pembuangan tanah (m <sup>3</sup> )
			mm	m	m	m	m				
94	Pipe 126	85,9	50	1	0,55	0,5	0,05	47,25	42,95	4,30	4,30
95	Pipe 127	84,72	50	1	0,55	0,5	0,05	46,60	42,36	4,24	4,24
96	Pipe 128	82,65	50	1	0,55	0,5	0,05	45,46	41,33	4,13	4,13
97	Pipe 129	82,65	50	1	0,55	0,5	0,05	45,46	41,33	4,13	4,13
98	Pipe 130	80,19	50	1	0,55	0,5	0,05	44,10	40,10	4,01	4,01
99	Pipe 131	215,22	75	1,1	0,57	0,55	0,02	134,94	130,21	4,73	4,73
100	Pipe 132	40,43	50	1	0,55	0,5	0,05	22,24	20,22	2,02	2,02

Sumber: Hasil Perhitungan

**Tabel 7.7 Perhitungan BOQ dan RAB Galian Normal Pipa**

No	Uraian Pekerjaan	Diameter Pipa :							
		50 mm	75 mm	90 mm	150 mm	200 mm	250 mm	300 mm	500 mm
A. Pekerjaan Galian:									
1	Volume Galian Tanah per m' (m3)	1.833,11	641,35	169,85	251,57	1.008,91	347,30	12,13	2.806,46
2	Harga Satuan Penggalian (Rp./m3)	43.605,00	43.605,00	43.605,00	43.605,00	43.605,00	43.605,00	43.605,00	43.605,00
3	Ongkos Penggalian Total (Rp/m')	79.932.587,13	27.966.155,27	7.406.349,02	10.969.858,1	43.993.520,55	15.144.223,6	528.858,88	122.375.862,72
B. Pekerjaan Pengurugan:									
1	Volume Pengurugan Pasir per m' (m3)	166,65	22,50	5,86	7,74	72,06	23,15	0,76	701,62
2	Harga Satuan Upah dan Bahan (Rp./m3)	2.278.200,00	2.278.200,00	2.278.200,00	2.278.200,00	2.278.200,00	2.278.200,00	2.278.200,00	2.278.200,00
3	Biaya Bahan dan Pengurugan Pasir (Rp./m')	379.652.917,20	51.267.655,96	13.343.253,37	17.634.908,30	164.178.483,00	52.748.645,43	1.726.932,56	1.598.421.571,20
4	Volume Pengurugan Tanah per m' (m3)	1.666,46	618,85	163,99	243,83	936,85	324,15	11,37	2.104,85
5	Harga Satuan Pengurugan Tanah (Rp./m3)	15.000,00	15.000,00	15.000,00	15.000,00	15.000,00	15.000,00	15.000,00	15.000,00
6	Harga Satuan Pemadatan Tanah (Rp./m3)	32.830,00	32.830,00	32.830,00	32.830,00	32.830,00	32.830,00	32.830,00	32.830,00
7	Ongkos Pengurugan dan Pemadatan Tanah (Rp/m')	79.706.781,80	29.599.521,36	7.843.832,25	11.662.517,0	44.809.296,35	15.504.147,1	543.845,04	100.674.879,84
C. Pekerjaan Pemasangan Pipa:									
1	Harga Satuan Pipa PE PN-10 (Rp./m')	21.450,00	48.250,00	69.350,00	215.700,00	336.600,00	523.250,00	832.450,00	2.089.550,00
2	Harga Satuan Pemasangan Pipa (Rp./m')	2.600,00	3.500,00	4.100,00	4.400,00	5.300,00	5.900,00	6.500,00	15.200,00
3	Harga Satuan Pengangkutan Pipa (Rp./m')	900,00	900,00	2.100,00	2.200,00	2.700,00	3.000,00	3.300,00	7.600,00
4	Harga Satuan Pengetesan Pipa (Rp./m')	500,00	500,00	1.100,00	1.100,00	1.400,00	1.500,00	1.700,00	3.800,00
5	Harga Satuan Pencucian Pipa (Rp./m')	500,00	500,00	1.100,00	1.100,00	1.400,00	1.500,00	1.700,00	3.800,00
6	Biaya Total Pengadaan dan Pemasangan Pipa (Rp./m')	25.950,00	53.650,00	77.750,00	224.500,00	347.400,00	535.150,00	845.650,00	2.119.950,00
D. Pekerjaan Pembuangan Galian:									
1	Volume Tanah Galian yang harus Dibuang per m' (m3)	166,65	22,50	5,86	7,74	72,07	23,15	0,76	701,62
2	Harga Satuan Pembuangan Tanah Galian (Rp./m3)	19.760,00	19.760,00	19.760,00	19.760,00	19.760,00	19.760,00	19.760,00	19.760,00
3	Ongkos Pembuangan Tanah Galian (Rp./m')	3.292.924,96	444.670,74	115.732,90	152.956,63	1.424.004,40	457.516,12	14.978,57	13.863.932,16
Total Biaya Keseluruhan (Rp.)		542.611.161,0	109.331.653	28.786.917,4	40.644.740,1	254.752.704,3	84.389.682,2	3.660.265,0	1.837.456.195,9
Total Biaya Keseluruhan (Rp.)									2.901.633.320





## **BAB VIII**

### **KESIMPULAN**

#### **8.1 Kesimpulan**

Kesimpulan untuk tugas akhir perencanaan ZAMP PDAM Kota Malang di Kecamatan Blimbing ini adalah:

- a. Pengembangan jaringan baru dilakukan untuk proyeksi penduduk pada tahun 2018, 2013 dan 2028. Pengembangan jaringan baru ZAMP untuk Kecamatan Blimbing dibutuhkan penggantian pipa primer dengan diameter 300 mm menjadi 500 mm yang berada di Jl. Mayor Jendral Moh. Wiyono dengan panjang 1394 m. Perencanaan pengembangan Zona Air Minum Prima (ZAMP) PDAM Kota Malang di Kecamatan Blimbing ini dengan direncanakan *District Meter Area* atau DMA II.2 dan DMA II.20 dengan jumlah layanan mencapai 500 SR tiap DMA. Debit air yang masuk pada DMA II.2 dan DMA II.10 adalah 6 dan 7 L/detik.
- b. Analisa Kualitas Air PDAM Kota Malang untuk sisa klor konsentrasi minimal yang harus dijaga adalah sebesar 0,2 mg/L sesuai dengan PERMENKES NO 492. Sisa Klor pada Tandon Wendit 1 adalah 0,5 mg/L, sedangkan pada pelanggan dengan jarak 825 m dari tendon, konsentrasi sisa klornya mencapai 0,4 mg/L dan didapatkan penurunan sisa klor untuk kualitas air PDAM Kota Malang hasil analisisnya rata – rata penurunannya adalah 0,000184. Kualitas air hasil olahan PDAM Kota Malang untuk DMA II.2 dan DMA II.10 pada ZAMP PDAM Kota Malang dijaga agar kualitas air minumannya sesuai dengan standar air minum dengan cara dilakukan pemantauan secara berkala tentang kualitas air di DMA tersebut. Pemantauan dilakukan dengan melakukan analisis laboratorium kualitas air minum hasil PDAM Kota Malang secara internal dan eksternal.

## 1.2 Saran

Berdasarkan hasil perencanaan Zona Air Minum Prima (ZAMP) PDAM Kota Malang di Kecamatan Blimbing yang telah dilakukan ini, maka didapatkan saran untuk perbaikan yaitu sebagai berikut:

- a. Perlu dilakukan lagi analisa tentang kebocoran dengan program EPANET 2.0 sehingga didapatkan hasil yang representative dengan kondisi di lapangan.
- b. Perlu dilakukan lagi perencanaan Zona Air Minum Prima (ZAMP) PDAM Kota Malang di daerah yang belum terlayani, agar wilayah Kota Malang seluruhnya menjadi Zona Air Minum Prima (ZAMP) dan menjadi percontohan PDAM di Kota lain.

## DAFTAR PUSTAKA

Allen. M. dkk. April 22-24. 2002. *Heterotrophic Plate Count (HPC Bacteria – What is Their Significance in Drinking Water* Geneva. Switzerland.

Anonim. 2002. **Pedoman/Petunjuk Pelaksanaan Teknik dan Manual**. Jakarta.

Anonim. 2009. **Cerrtification and Training for Network Improvment Project (CATNIP) USAID – PERPAMSI**. [http://perpamsi.or.id/catnip\\_sector.php](http://perpamsi.or.id/catnip_sector.php). Diakses Tanggal 27 Januari 2014, Pukul 15.30.

Anonim. 2010. **Sistem Penyaluran Air Minum**. Surabaya

Anonim. 2011. **Inovasi Pembangunan Air Minum dan Sanitasi di Indonesia**. Jakarta : POKJA AMPL

Anonim. 2012. **Kecamatan Blimbing Dalam Angka 2012**. Malang: BPS

Anonim. 2013. **PDAM Perluas Fasilitas ZAMP**. <http://malangpost.com/fasilitaszamp.php>. Diakses Tanggal 27 Januari 2014, Pukul 17.00.

Asryadin. dkk. 2012. **Pengaruh Jarak Tempuh Air Dari Unit Pengolahan Air Terhadap pH, Suhu, Kadar Sisa Klor dan Angka Lempeng Total Bakteri (ALTB) Pada PDAM Kota Bima Nusa Tenggara Barat**. Surabaya : POLTEKES Surabaya.

Chandra, B. 2005. **Pengantar Kesehatan Lingkungan**. Jakarta: Buku Kedokteran EGC

Dharmasetiawan, M. 2004. **Sistem Perpipaan Distribusi Air Minum**. Jakarta : Ekamitra Engineering



Farley, M. dkk. 2008. **The Managers Non-Revenue Water Hand Book**. Sidney: Ranhill

Fuadi, A. 2012. **Pengaruh Residual Klorin Terhadap Kualitas Mikrobiologi Pada Jaringan Distribusi Air Bersih (Studi Kasus: Jaringan Distribusi Air Bersih IPA Cilandak)**. Depok : Universitas Indonesia

Joko, T. 2010. **Unit Air Baku Dalam Sistem Penyediaan Air Minum**. Yogyakarta: Graha Ilmu

Mantra, I, B. 2003. **Demografi Umum**, Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

Menteri Pekerjaan Umum. **Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18/PRT/M/2007 Tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum**. Jakarta: Kementrian Pekerjaan Umum.

Menteri Kesehatan. **Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/MENKES/PER/VI/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum**. Jakarta: Kementrian Kesehatan.

Menteri Kesehatan. **Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 736/MENKES/PER/VI/2010 Tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Minum**. Jakarta: Kementrian Kesehatan.

Muliakusumah, S. 1998. **Proyeksi Penduduk**. Jakarta : Fakultas Ekonomi UI.

Nugraha, D, W. 2010. **Studi Kehilangan Air Akibat Kebocoran Pipa Pada Jalur Distribusi PDAM Kota Magelang**. Semarang : UNDIP

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2005  
Tentang **Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum.**

Rusli, S. 1996. **Pengantar Ilmu Kependudukan.** Jakarta : LP3ES.

Rossmann, L.A. 2000. **EPANET 2 User Manual.** Cincinnati : U.S.  
Environmental Protection Agency .

Safii, A. 2012, **Evaluasi Jaringan Sistem Penyediaan Air Bersih  
di PDAM Kota Lubuk Pakam,** Universitas Sumatera  
Utara, Medan.

Sularso dan Tahara. 2006. **Pompa dan kompresor: Pemilihan,  
pemakaian dan pemeliharaan.** Jakarta : PT Pradnya  
Pramita.

Sutrisno. 2002. **Teknologi Penyediaan Air Bersih.** Jakarta: PT  
Rineka Cipta

Sutrisno, C, T. dan Suciastuti, E. 2004. **Teknologi Penyediaan Air  
Bersih.** edisi 5. PT.RINEKA CIPTA. Jakarta.

Syahputra, B. 2012. **Analisa Sisa Chlor Pada Jaringan Distribusi  
Air Minum PDAM Kota Semarang.** Semarang :  
Universitas Wahid Hasyim Semarang

Yani, D, S dan Roosmini, D. 2008. **Pengaruh Jarak terhadap  
Penurunan Sisa Klor di Jaringan Distribusi PAM Jaya.**  
Bandung : FTSL ITB

**Lampiran A**  
**Data Node Hasil Analisa EPANET 2.0**

<i>Node ID</i>	<i>Elevation</i>	<i>Base Demand</i>		<i>Demand</i>	<i>Head</i>	<i>Pressure</i>
	<i>m</i>	<i>LPS</i>		<i>LPS</i>	<i>m</i>	<i>m</i>
<i>Junc B'6</i>	455	0		0	484,32	29,32
<i>Junc B'7</i>	441	0		0	484,44	43,44
<i>Junc B'8</i>	450	21		18,9	484,15	34,15
<i>Junc B'9</i>	446	0		0	484,05	38,05
<i>Junc B'10</i>	446	0		0	484,02	38,02
<i>Junc B'11</i>	445	0		0	483,99	38,99
<i>Junc B'12</i>	455	0		0	483,86	28,86
<i>Junc B'13</i>	457	0		0	483,84	26,84
<i>Junc B'14</i>	456	5		4,5	483,83	27,83
<i>Junc B'15</i>	461	0		0	483,78	22,78
<i>Junc B'16</i>	458	0		0	483,71	25,71
<i>Junc B''1</i>	457	5		4,5	483,47	26,47
<i>Junc B''2</i>	454	0		0	482,39	28,39
<i>Junc B''4</i>	445	6		5,4	480,57	35,57
<i>Junc B''5</i>	442	6		5,4	479,95	37,95
<i>Junc B''6</i>	441	0		0	479,34	38,34
<i>Junc B''7</i>	436	35		31,5	479,04	43,04
<i>Junc B''17</i>	460	0		0	483,7	23,7
<i>Junc B''18</i>	460	0		0	483,68	23,68
<i>Junc B''19</i>	459	0		0	483,67	24,67
<i>Junc B''20</i>	457	0		0	483,57	26,57
<i>Junc B''3</i>	449	0		0	481,44	32,44
<i>Junc 1</i>	441	0		0	479,31	38,31
<i>Junc 2</i>	441	0		0	478,49	37,49



<i>Junc 3</i>	438	0	0	477,97	39,97
<i>Node ID</i>	<i>Elevation</i> <i>m</i>	<i>Base Demand</i> <i>LPS</i>	<i>Demand</i> <i>LPS</i>	<i>Head</i> <i>m</i>	<i>Pressure</i> <i>m</i>
<i>Junc 4</i>	433	0	0	477,27	44,27
<i>Junc 5</i>	447	70	63	484,52	37,52
<i>Junc 7</i>	451	0	0	484,86	33,86
<i>Junc Tapping</i>	450	5	4,5	483,92	33,92
<i>Junc 77</i>	451	0	0	481,81	30,81
<i>Junc 78</i>	450	0	0	481,09	31,09
<i>Junc 79</i>	453	15	13,5	477,6	24,6
<i>Junc 80</i>	451	7	6,3	483,36	32,36
<i>Junc 82</i>	456	15	13,5	482,21	26,21
<i>Junc 83</i>	453	10	9	479,53	26,53
<i>Junc 96</i>	437	6	5,4	477,13	40,13
<i>Resvr wendit</i>	485	#N/A	-185,4	485	0

**Lampiran A**  
**Data Pipa Jaringan Eksisting Dari Hasil Analisa EPANET 2.0**

<i>Link ID</i>	<i>Lengt h</i>	<i>Diameter</i>	<i>Roughness</i>	<i>Flow</i>	<i>Velocity</i>	<i>Unit Headloss</i>
	<i>m</i>	<i>mm</i>		<i>LPS</i>	<i>m/s</i>	<i>m/km</i>
<i>Pipe 2</i>	487,1	700	100	122,4	0,32	0,24
<i>Pipe 3</i>	695,82	700	100	122,4	0,32	0,25
<i>Pipe 4</i>	600,7	700	100	103,5	0,27	0,18
<i>Pipe 5</i>	222,23	700	100	90	0,23	0,14
<i>Pipe 6</i>	189,62	700	100	83,7	0,22	0,12
<i>Pipe 7</i>	565,01	700	100	83,7	0,22	0,12
<i>Pipe 8</i>	249,1	700	100	79,2	0,21	0,11
<i>Pipe 9</i>	29,93	700	100	79,2	0,21	0,11
<i>Pipe 10</i>	541,9	700	100	74,7	0,19	0,1
<i>Pipe 11</i>	685,96	700	100	74,7	0,19	0,1
<i>Pipe 12</i>	186,31	700	100	74,7	0,19	0,1
<i>Pipe 13</i>	180,58	700	100	74,7	0,19	0,1
<i>Pipe 14</i>	120,33	700	100	74,7	0,19	0,1
<i>Pipe 15</i>	195,27	500	100	74,7	0,38	0,51
<i>Pipe 16</i>	389,99	500	100	52,2	0,27	0,26
<i>Pipe 17</i>	406,69	300	100	47,7	0,67	2,65
<i>Pipe 18</i>	356,24	300	100	47,7	0,67	2,65
<i>Pipe 19</i>	330,13	300	100	47,7	0,67	2,65
<i>Pipe 20</i>	291,91	300	100	42,3	0,6	2,12
<i>Pipe 21</i>	369,07	300	100	36,9	0,52	1,65
<i>Pipe 22</i>	17,06	300	100	36,9	0,52	1,65
<i>Pipe 23</i>	220,12	300	100	31,5	0,45	1,23
<i>Pipe 24</i>	596,93	150	100	5,4	0,31	1,37
<i>Pipe 25</i>	376,13	150	100	5,4	0,31	1,37

<i>Link ID</i>	<i>Length h</i>	<i>Diameter</i>	<i>Roughness</i>	<i>Flow</i>	<i>Velocity</i>	<i>Unit Headloss</i>
	<i>m</i>	<i>mm</i>		<i>LPS</i>	<i>m/s</i>	<i>m/km</i>
<i>Pipe 26</i>	512,64	150	100	5,4	0,31	1,37
<i>Pipe 27</i>	306,82	700	100	122,4	0,32	0,24
<i>Pipe 1</i>	255,4	700	100	185,4	0,48	0,53
<i>Pipe 28</i>	653,87	700	100	185,4	0,48	0,53
<i>Pipe 29</i>	545,89	700	100	79,2	0,21	0,11
<i>Pipe 30</i>	298,41	150	100	13,5	0,76	7,49
<i>Pipe 31</i>	96,23	150	100	13,5	0,76	7,49
<i>Pipe 32</i>	466,08	150	100	13,5	0,76	7,49
<i>Pipe 33</i>	357,2	150	100	6,3	0,36	1,83
<i>Pipe 35</i>	70,52	150	100	22,5	1,27	19,3
<i>Pipe 36</i>	756,42	150	100	9	0,51	3,54
<i>Pipe 142</i>	104,98	150	100	5,4	0,31	1,37



**Lampiran A**  
**Data Node Jaringan Baru Hasil Analisa EPANET 2.0**  
*Negative Pressure*

Node ID	Elevation	Base Demand	Head	Pressure
	m	LPS	m	m
Junc B'6	455	0	482.97	27.97
Junc B'7	441	0	483.43	42.43
Junc B'8	450	21	482.32	32.32
Junc B'9	446	0	481.84	35.84
Junc B'10	446	0	481.67	35.67
Junc B'11	445	21	481.54	36.54
Junc B'12	455	0	481.14	26.14
Junc B'13	457	0	481.06	24.06
Junc DMAIL.5	456	5	481.05	25.05
Junc DMAIL.6	461	5	480.89	19.89
Junc B'16	458	0	480.70	22.70
Junc DMAIL.18	457	5	479.95	22.95
Junc B"2	454	0	475.70	21.70
Junc DMAIL.17- DI.3-5	445	18	468.83	23.83
Junc DMAIL.16	442	6	466.85	24.85
Junc DMAI.1	441	5	464.89	23.89
Junc B"7	436	35	464.55	28.55
Junc B"17	460	0	480.65	20.65
Junc B"18	460	0	480.61	20.61
Junc B"19	459	0	480.57	21.57
Junc B"20	457	0	480.31	23.31
Junc DMAI.4	449	5	471.99	22.99
Junc 1	441	0	464.82	23.82

Node ID	Elevation	Base Demand	Head	Pressure
	m	LPS	m	m
Junc DMAI.6-7	441	11	441.01	0.01
Junc DMAI.8-9-10	438	15	433.20	-4.80
Junc DMAI.14	433	5	431.04	-1.96
Junc 5	447	70	483.71	36.71
Junc 7	451	0	484.64	33.64
Junc DMAII.3	450	5	481.32	31.32
Junc DMAII.1	445	5	479.73	34.73
Junc DMAII.11-12	442	10	478.56	36.56
Junc 9	445	6	479.82	34.82
Junc DMAII.10	442	7	476.24	34.24
Junc 11	445	7	475.51	30.51
Junc 12	445	0.1	464.73	19.73
Junc 13	445	0.5	468.36	23.36
Junc 14	446	0.2	469.08	23.08
Junc 15	445	0	470.03	25.03
Junc 17	445	0	475.01	30.01
Junc 18	446	0.2	471.44	25.44
Junc 19	446	0.1	470.96	24.96
Junc 20	446	0.1	470.68	24.68
Junc 21	447	0.3	467.63	20.63
Junc 22	447	0.3	466.92	19.92
Junc 23	447	0.1	466.60	19.60
Junc 24	448	0.3	465.96	17.96
Junc 25	448	0.2	465.71	17.71
Junc 26	446	0.2	465.81	19.81
Junc 27	447	0	467.24	20.24
Junc 28	447	0.1	467.36	20.36

Node ID	Elevation	Base Demand	Head	Pressure
	m	LPS	m	m
Junc 29	447	0.1	467.62	20.62
Junc 30	447	0	467.69	20.69
Junc 31	447	0	467.86	20.86
Junc 32	447	0	468.54	21.54
Junc 33	446	0	469.02	23.02
Junc 34	446	0	469.28	23.28
Junc 35	446	0	471.39	25.39
Junc 36	446	0.5	473.05	27.05
Junc 37	446	0.5	468.79	22.79
Junc 38	446	0	466.53	20.53
Junc 39	446	0	465.67	19.67
Junc 40	445	0	464.77	19.77
Junc 41	445	0	464.43	19.43
Junc 42	446	0.5	464.59	18.59
Junc 43	446	0.5	466.16	20.16
Junc 44	446	0.1	461.87	15.87
Junc 45	446	0.1	459.91	13.91
Junc 46	446	0	459.43	13.43
Junc 47	446	0.3	458.98	12.98
Junc 48	446	0.3	459.02	13.02
Junc 49	444	0	462.88	18.88
Junc 16	445	0.3	479.35	34.35
Junc 50	446	0.15	478.68	32.68
Junc 51	446	0.1	478.62	32.62
Junc 52	446	0	474.11	28.11
Junc 53	447	0.8	472.08	25.08
Junc 54	447	0	471.39	24.39



Node ID	Elevation	Base Demand	Head	Pressure
	m	LPS	m	m
June 55	447	0	471.06	24.06
June 56	448	0	467.33	19.33
June 57	447	0.3	464.42	17.42
June 58	447	0.5	464.42	17.42
June 59	447	0	465.07	18.07
June 60	448	0	465.57	17.57
June 61	448	0	465.76	17.76
June 62	447	0	465.76	18.76
June 63	447	0.5	465.76	18.76
June 64	448	0	466.46	18.46
June 65	448	0	468.03	20.03
June 66	446	0.3	467.50	21.50
June 67	446	0.3	470.72	24.72
June 68	447	0	470.79	23.79
June 69	447	0.1	473.21	26.21
June 70	446	0.1	477.14	31.14
June 71	446	0.1	477.63	31.63
June 72	447	0.2	473.99	26.99
June 73	445	0.6	463.83	18.83
June 74	445	0.1	463.45	18.45
June 75	445	0.2	470.24	25.24
June 76	446	0.1	470.59	24.59
June 77	451	0	479.60	28.60
June 78	450	0	478.88	28.88
June 79	453	15	475.39	22.39
June 80	451	7	476.97	25.97
June 81	458	5	479.05	21.05

Node ID	Elevation	Base Demand	Head	Pressure
	m	LPS	m	m
Junc DMAIL.13-14-15	456	15	478.95	22.95
Junc DMAIL.8-9	452	10	469.48	17.48
Junc DMAI.2	443	5	466.45	23.45
Junc 96	437	6	430.00	-7.00
Junc DMAIL.4	452	5	481.25	29.25
Junc DMAIL.7	460	5	480.76	20.76
Resvr wendit	485	#N/A	485.00	0.00





**Lampiran A**  
**Data Pipa Jaringan Baru Dari Hasil Analisa EPANET 2.0**  
*Negative Pressure*

	<b>Length</b>	<b>Diameter</b>	<b>Flow</b>	<b>Velocity</b>	<b>Unit Headloss</b>
<b>Link ID</b>	<b>m</b>	<b>mm</b>	<b>LPS</b>	<b>m/s</b>	<b>m/km</b>
<b>Pipe 2</b>	487.10	700	252.31	0.66	0.94
<b>Pipe 3</b>	695.82	700	252.31	0.66	0.94
<b>Pipe 4</b>	600.70	700	233.42	0.61	0.81
<b>Pipe 5</b>	222.23	700	219.91	0.57	0.73
<b>Pipe 6</b>	189.62	700	213.61	0.56	0.69
<b>Pipe 7</b>	597.10	700	153.90	0.40	0.37
<b>Pipe 8</b>	249.10	700	144.90	0.38	0.33
<b>Pipe 9</b>	29.93	700	140.40	0.36	0.32
<b>Pipe 10</b>	541.90	700	135.90	0.35	0.30
<b>Pipe 11</b>	466.33	700	131.40	0.34	0.28
<b>Pipe 12</b>	186.31	700	126.90	0.33	0.26
<b>Pipe 13</b>	180.58	700	126.90	0.33	0.26
<b>Pipe 14</b>	120.33	700	126.90	0.33	0.26
<b>Pipe 15</b>	195.27	500	126.90	0.65	1.35
<b>Pipe 16</b>	389.99	500	104.40	0.53	0.94
<b>Pipe 17</b>	406.69	300	99.90	1.41	10.43
<b>Pipe 18</b>	356.24	300	99.90	1.41	10.43
<b>Pipe 19</b>	330.13	300	95.40	1.35	9.57
<b>Pipe 20</b>	291.91	300	79.20	1.12	6.78
<b>Pipe 21</b>	369.07	300	69.30	0.98	5.30
<b>Pipe 22</b>	15.82	300	64.80	0.92	4.68
<b>Pipe 23</b>	220.12	300	31.50	0.45	1.23
<b>Pipe 24</b>	596.93	150	33.30	1.88	39.89

	Length	Diameter	Flow	Velocity	Unit Headloss
Link ID	m	mm	LPS	m/s	m/km
Pipe 25	376.13	150	23.40	1.32	20.75
Pipe 26	512.64	150	9.90	0.56	4.22
Pipe 27	306.82	700	252.31	0.66	0.94
Pipe 1	255.40	700	315.31	0.82	1.41
Pipe 28	653.87	700	315.31	0.82	1.41
Pipe 29	185.39	700	149.40	0.39	0.35
Pipe 40	356.21	250	40.81	0.83	4.83
Pipe 41	11.23	200	31.14	0.99	8.67
Pipe 42	179.98	200	26.64	0.85	6.50
Pipe 43	188.30	150	17.64	1.00	12.30
Pipe 44	134.23	150	11.34	0.64	5.43
Pipe 47	37.71	50	1.44	0.73	25.00
Pipe 48	41.58	50	1.18	0.60	17.35
Pipe 49	33.91	25	0.51	1.04	107.17
Pipe 50	38.18	25	0.42	0.86	74.80
Pipe 51	40.96	25	0.33	0.67	47.86
Pipe 52	18.17	25	0.24	0.49	26.53
Pipe 53	17.13	25	0.24	0.49	26.53
Pipe 54	73.91	25	-0.03	0.06	0.56
Pipe 55	96.32	25	-0.30	0.61	40.11
Pipe 56	38.62	25	-0.30	0.61	40.11
Pipe 57	13.63	25	-0.23	0.48	24.80
Pipe 58	36.22	25	-0.23	0.48	24.81
Pipe 59	37.73	25	-0.09	0.18	3.73
Pipe 60	70.39	25	0.05	0.11	1.43
Pipe 61	32.14	25	-0.13	0.26	7.94

	<b>Length</b>	<b>Diameter</b>	<b>Flow</b>	<b>Velocity</b>	<b>Unit Headloss</b>
<b>Link ID</b>	<b>m</b>	<b>mm</b>	<b>LPS</b>	<b>m/s</b>	<b>m/km</b>
<b>Pipe 62</b>	32.94	25	-0.20	0.41	19.34
<b>Pipe 63</b>	29.99	25	-0.15	0.30	10.82
<b>Pipe 64</b>	19.36	25	-0.29	0.58	36.54
<b>Pipe 65</b>	31.84	25	-0.48	0.98	95.94
<b>Pipe 66</b>	31.88	50	-0.81	0.41	8.62
<b>Pipe 67</b>	30.35	50	-1.12	0.57	15.84
<b>Pipe 68</b>	41.31	50	-2.81	1.43	86.38
<b>Pipe 69</b>	57.87	100	-5.04	0.64	8.71
<b>Pipe 70</b>	54.44	50	-1.44	0.73	25.00
<b>Pipe 71</b>	41.46	25	0.34	0.69	50.78
<b>Pipe 72</b>	28.49	50	0.85	0.43	9.37
<b>Pipe 73</b>	32.53	50	1.07	0.55	14.50
<b>Pipe 74</b>	32.51	50	1.31	0.67	21.06
<b>Pipe 75</b>	8.74	50	1.24	0.63	18.88
<b>Pipe 76</b>	6.11	50	0.97	0.50	12.12
<b>Pipe 77</b>	34.52	50	0.75	0.38	7.48
<b>Pipe 78</b>	31.46	50	0.52	0.26	3.74
<b>Pipe 79</b>	31.38	25	0.32	0.66	45.82
<b>Pipe 80</b>	102.18	25	-0.14	0.29	8.45
<b>Pipe 81</b>	104.31	25	-0.22	0.45	21.69
<b>Pipe 82</b>	94.68	25	-0.08	0.16	3.09
<b>Pipe 83</b>	96.78	25	0.22	0.45	22.80
<b>Pipe 84</b>	104.45	25	0.18	0.36	14.94
<b>Pipe 85</b>	88.82	25	0.07	0.13	1.87
<b>Pipe 87</b>	34.87	50	2.23	1.14	56.28
<b>Pipe 88</b>	44.74	50	1.78	0.91	37.07



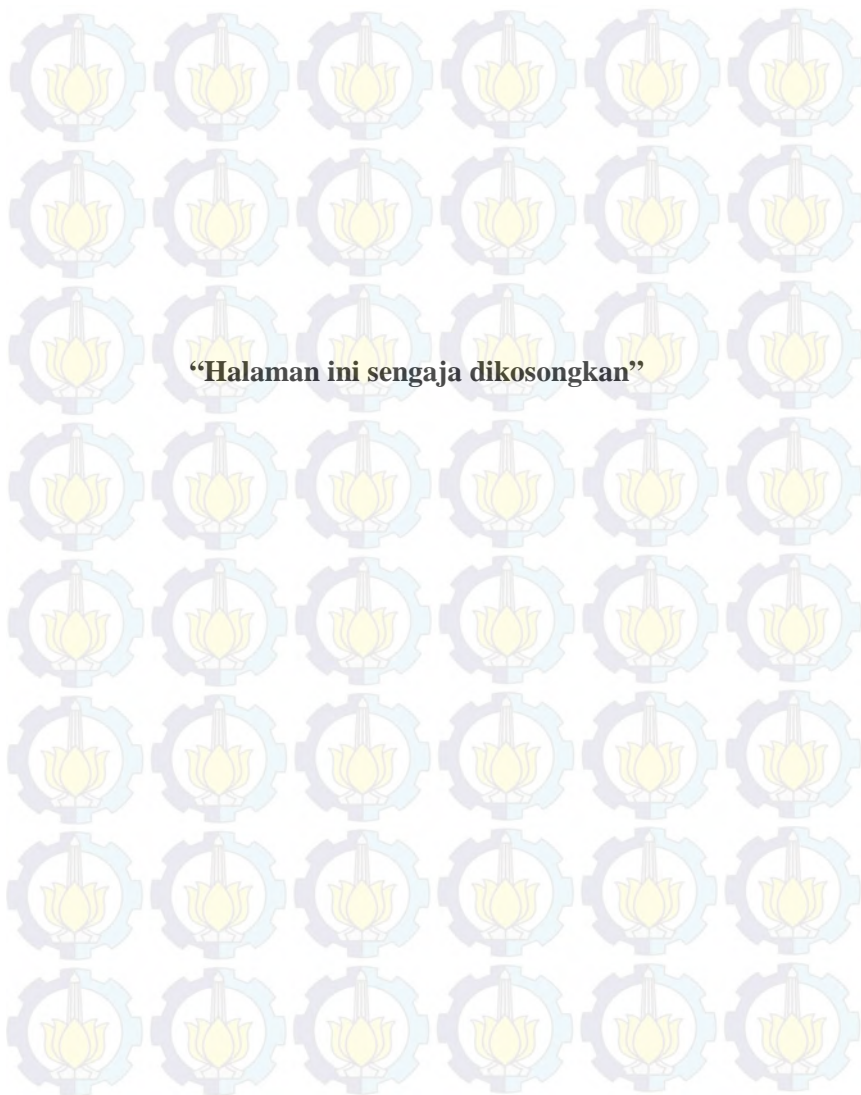
	Length	Diameter	Flow	Velocity	Unit Headloss
Link ID	m	mm	LPS	m/s	m/km
Pipe 89	79.37	50	1.51	0.77	27.19
Pipe 90	82.86	25	0.22	0.46	23.47
Pipe 91	81.13	25	0.24	0.49	26.39
Pipe 92	78.44	25	-0.07	0.15	2.92
Pipe 93	78.59	25	-0.13	0.27	8.87
Pipe 94	74.34	25	-0.14	0.29	10.28
Pipe 95	72.31	25	-0.19	0.40	17.75
Pipe 96	38.74	50	1.00	0.51	12.67
Pipe 97	37.03	25	0.26	0.54	31.47
Pipe 98	37.68	25	0.41	0.83	69.94
Pipe 99	38.45	25	0.34	0.69	50.29
Pipe 45	74.51	100	4.28	0.54	6.42
Pipe 46	116.27	100	4.01	0.51	5.69
Pipe 86	12.82	100	3.87	0.49	5.34
Pipe 100	34.65	50	1.54	0.78	28.40
Pipe 101	30.96	50	1.13	0.58	15.99
Pipe 102	32.31	25	0.71	1.45	198.71
Pipe 103	33.39	25	0.48	0.98	96.18
Pipe 104	38.60	25	0.32	0.65	45.26
Pipe 105	37.41	25	-0.00	0.01	0.02
Pipe 106	82.42	25	-0.00	0.01	0.02

	Length	Diameter	Flow	Velocity	Unit Headloss
Link ID	m	mm	LPS	m/s	m/km
Pipe 107	11.81	25	0.18	0.37	16.06
Pipe 108	31.42	25	0.18	0.37	16.06
Pipe 109	7.51	25	0.45	0.92	85.50
Pipe 110	42.09	25	0.00	0.00	0.07
Pipe 111	89.15	25	-0.27	0.55	32.62
Pipe 112	124.51	25	-0.27	0.55	32.62
Pipe 113	40.66	50	-1.17	0.60	17.00
Pipe 114	38.28	50	-2.16	1.10	52.92
Pipe 115	79.49	50	-2.24	1.14	56.70
Pipe 116	32.02	50	0.90	0.46	10.49
Pipe 117	44.52	50	0.90	0.46	10.49
Pipe 118	40.26	50	0.81	0.41	8.63
Pipe 119	88.08	25	0.09	0.18	4.31
Pipe 120	32.59	25	0.08	0.17	3.60
Pipe 121	33.84	25	0.22	0.45	23.05
Pipe	27.25	25	0.46	0.94	88.91

	Length	Diameter	Flow	Velocity	Unit Headloss
Link ID	m	mm	LPS	m/s	m/km
122					
Pipe 123	36.61	25	0.42	0.86	75.45
Pipe 124	36.20	25	0.31	0.64	43.32
Pipe 125	42.34	25	0.19	0.38	16.50
Pipe 126	85.90	25	-0.13	0.26	8.17
Pipe 127	84.72	25	-0.11	0.22	6.17
Pipe 128	82.65	25	-0.04	0.08	0.88
Pipe 129	82.65	25	0.33	0.67	47.49
Pipe 130	80.19	25	0.32	0.65	45.39
Pipe 131	215.22	25	0.27	0.55	32.60
Pipe 132	40.43	25	0.63	1.28	158.50
Pipe 30	298.41	150	13.50	0.76	7.49
Pipe 31	96.23	150	13.50	0.76	7.49
Pipe 32	466.08	150	13.50	0.76	7.49
Pipe 33	357.20	100	6.30	0.80	13.16
Pipe 34	285.47	100	4.50	0.57	7.06
Pipe 35	70.52	150	22.50	1.27	19.30
Pipe 36	371.66	100	9.00	1.15	25.49
Pipe 134	56.89	100	4.50	0.57	7.06



	Length	Diameter	Flow	Velocity	Unit Headloss
Link ID	m	mm	LPS	m/s	m/km
Pipe 142	104.98	100	5.40	0.69	9.90
Pipe 144	328.74	700	144.90	0.38	0.33
Pipe 145	219.63	700	126.90	0.33	0.26



**Lampiran A**  
**Data Node Jaringan Baru Hasil Analisa EPANET 2.0**

<i>Node ID</i>	<i>Elevation</i>	<i>Base Demand</i>	<i>Demand</i>	<i>Head</i>	<i>Pressure</i>
	<i>m</i>	<i>LPS</i>	<i>LPS</i>	<i>m</i>	<i>m</i>
<i>Junc B'6</i>	455	0	0	482,97	27,97
<i>Junc B'7</i>	441	0	0	483,43	42,43
<i>Junc B'8</i>	450	21	18,9	482,32	32,32
<i>Junc B'9</i>	446	0	0	481,84	35,84
<i>Junc B'10</i>	446	0	0	481,67	35,67
<i>Junc B'11</i>	445	21	18,9	481,54	36,54
<i>Junc B'12</i>	455	0	0	481,14	26,14
<i>Junc B'13</i>	457	0	0	481,06	24,06
<i>Junc DMAII,5</i>	456	5	4,5	481,05	25,05
<i>Junc DMAII,6</i>	461	5	4,5	480,89	19,89
<i>Junc B'16</i>	458	0	0	480,7	22,7
<i>Junc DMAII,18</i>	457	5	4,5	479,95	22,95
<i>Junc B"2</i>	454	0	0	479,59	25,59
<i>Junc DMAII,17-DI,3-5</i>	445	18	16,2	479,02	34,02
<i>Junc DMAII,16</i>	442	6	5,4	478,86	36,86
<i>Junc DMAI,1</i>	441	5	4,5	478,7	37,7
<i>Junc B"7</i>	436	35	31,5	478,35	42,35
<i>Junc B"17</i>	460	0	0	480,65	20,65
<i>Junc B"18</i>	460	0	0	480,61	20,61
<i>Junc B"19</i>	459	0	0	480,57	21,57
<i>Junc B"20</i>	457	0	0	480,31	23,31
<i>Junc DMAI,4</i>	449	5	4,5	479,28	30,28
<i>Junc 1</i>	441	0	0	478,62	37,62
<i>Junc DMAI,6-7</i>	441	11	9,9	472,76	31,76



<i>Node ID</i>	<i>Elevation</i>	<i>Base Demand</i>	<i>Demand</i>	<i>Head</i>	<i>Pressure</i>
	<i>m</i>	<i>LPS</i>	<i>LPS</i>	<i>m</i>	<i>m</i>
<i>Junc DMAI,8-9-10</i>	438	15	13,5	470,83	32,83
<i>Junc DMAI,14</i>	433	5	4,5	468,67	35,67
<i>Junc 5</i>	447	70	63	483,71	36,71
<i>Junc 7</i>	451	0	0	484,64	33,64
<i>Junc DMAII,3</i>	450	5	4,5	481,32	31,32
<i>Junc DMAII,1</i>	445	5	4,5	479,81	34,81
<i>Junc DMAII,11-12</i>	442	10	9	478,64	36,64
<i>Junc 9</i>	445	6	5,4	479,82	34,82
<i>Junc DMAII,10</i>	442	7	6,3	476,32	34,32
<i>Junc 11</i>	445	7	6,3	475,6	30,6
<i>Junc 12</i>	445	0,1	0,09	473,43	28,43
<i>Junc 13</i>	445	0,5	0,45	473,45	28,45
<i>Junc 14</i>	446	0,2	0,18	473,53	27,53
<i>Junc 15</i>	445	0	0	473,64	28,64
<i>Junc 17</i>	445	0	0	475,58	30,58
<i>Junc 18</i>	446	0,2	0,18	475,06	29,06
<i>Junc 19</i>	446	0,1	0,09	474,13	28,13
<i>Junc 20</i>	446	0,1	0,09	473,76	27,76
<i>Junc 21</i>	447	0,3	0,27	473,58	26,58
<i>Junc 22</i>	447	0,3	0,27	473,53	26,53
<i>Junc 23</i>	447	0,1	0,09	473,5	26,5
<i>Junc 24</i>	448	0,3	0,27	473,46	25,46
<i>Junc 25</i>	448	0,2	0,18	473,46	25,46
<i>Junc 26</i>	446	0,2	0,18	473,46	27,46
<i>Junc 27</i>	447	0	0	473,48	26,48
<i>Junc 28</i>	447	0,1	0,09	473,5	26,5
<i>Junc 29</i>	447	0,1	0,09	473,55	26,55

<i>Node ID</i>	<i>Elevation</i>	<i>Base Demand</i>	<i>Demand</i>	<i>Head</i>	<i>Pressure</i>
	<i>m</i>	<i>LPS</i>	<i>LPS</i>	<i>m</i>	<i>m</i>
<i>Junc 30</i>	447	0	0	473,56	26,56
<i>Junc 31</i>	447	0	0	473,59	26,59
<i>Junc 32</i>	447	0	0	473,7	26,7
<i>Junc 33</i>	446	0	0	473,78	27,78
<i>Junc 34</i>	446	0	0	473,81	27,81
<i>Junc 35</i>	446	0	0	473,82	27,82
<i>Junc 36</i>	446	0,5	0,45	475,33	29,33
<i>Junc 37</i>	446	0,5	0,45	473,5	27,5
<i>Junc 38</i>	446	0	0	473,48	27,48
<i>Junc 39</i>	446	0	0	473,45	27,45
<i>Junc 40</i>	445	0	0	473,44	28,44
<i>Junc 41</i>	445	0	0	473,44	28,44
<i>Junc 42</i>	446	0,5	0,45	473,42	27,42
<i>Junc 43</i>	446	0,5	0,45	473,42	27,42
<i>Junc 44</i>	446	0,1	0,09	473,35	27,35
<i>Junc 45</i>	446	0,1	0,09	473,29	27,29
<i>Junc 46</i>	446	0	0	473,28	27,28
<i>Junc 47</i>	446	0,3	0,27	473,26	27,26
<i>Junc 48</i>	446	0,3	0,27	473,27	27,27
<i>Junc 49</i>	444	0	0	473,43	29,43
<i>Junc 16</i>	445	0,3	0,27	479,35	34,35
<i>Junc 50</i>	446	0,15	0,14	478,68	32,68
<i>Junc 51</i>	446	0,1	0,09	478,62	32,62
<i>Junc 52</i>	446	0	0	477,83	31,83
<i>Junc 53</i>	447	0,8	0,72	477,53	30,53
<i>Junc 54</i>	447	0	0	477,45	30,45
<i>Junc 55</i>	447	0	0	477,4	30,4

<i>Node ID</i>	<i>Elevation</i>	<i>Base Demand</i>	<i>Demand</i>	<i>Head</i>	<i>Pressure</i>
	<i>m</i>	<i>LPS</i>	<i>LPS</i>	<i>m</i>	<i>m</i>
<i>Junc 56</i>	448	0	0	477,41	29,41
<i>Junc 57</i>	447	0,3	0,27	477,38	30,38
<i>Junc 58</i>	447	0,5	0,45	477,39	30,39
<i>Junc 59</i>	447	0	0	477,43	30,43
<i>Junc 60</i>	448	0	0	477,43	29,43
<i>Junc 61</i>	448	0	0	477,43	29,43
<i>Junc 62</i>	447	0	0	477,43	30,43
<i>Junc 63</i>	447	0,5	0,45	477,43	30,43
<i>Junc 64</i>	448	0	0	477,45	29,45
<i>Junc 65</i>	448	0	0	477,49	29,49
<i>Junc 66</i>	446	0,3	0,27	477,47	31,47
<i>Junc 67</i>	446	0,3	0,27	477,55	31,55
<i>Junc 68</i>	447	0	0	477,57	30,57
<i>Junc 69</i>	447	0,1	0,09	477,68	30,68
<i>Junc 70</i>	446	0,1	0,09	477,7	31,7
<i>Junc 71</i>	446	0,1	0,09	477,95	31,95
<i>Junc 72</i>	447	0,2	0,18	477,79	30,79
<i>Junc 73</i>	445	0,6	0,54	476,37	31,37
<i>Junc 74</i>	445	0,1	0,09	476,36	31,36
<i>Junc 75</i>	445	0,2	0,18	476,59	31,59
<i>Junc 76</i>	446	0,1	0,09	476,94	30,94
<i>Junc 77</i>	451	0	0	479,6	28,6
<i>Junc 78</i>	450	0	0	478,88	28,88
<i>Junc 79</i>	453	15	13,5	475,39	22,39
<i>Junc 80</i>	451	7	6,3	481,02	30,02
<i>Junc 81</i>	458	5	4,5	480,78	22,78
<i>Junc DMAII,13-14-15</i>	456	15	13,5	479,98	23,98



<i>Node ID</i>	<i>Elevation</i>	<i>Base Demand</i>	<i>Demand</i>	<i>Head</i>	<i>Pressure</i>
	<i>m</i>	<i>LPS</i>	<i>LPS</i>	<i>m</i>	<i>m</i>
<i>Junc DMAII,8-9</i>	452	10	9	478,66	26,66
<i>Junc DMAI,2</i>	443	5	4,5	478,8	35,8
<i>Junc 96</i>	437	6	5,4	468,53	31,53
<i>Junc DMAII,4</i>	452	5	4,5	481,25	29,25
<i>Junc DMAII,7</i>	460	5	4,5	480,76	20,76
<i>Resvr wendit</i>	485	#N/A	-315,31	485	0



## Data Pipa Jaringan Baru Dari Hasil Analisa EPANET 2.0

<i>Link ID</i>	<i>Length</i>	<i>Diameter</i>	<i>Roughness</i>	<i>Flow</i>	<i>Velocity</i>	<i>Unit Headloss</i>
	<i>m</i>	<i>mm</i>		<i>LPS</i>	<i>m/s</i>	<i>m/km</i>
<i>Pipe 2</i>	487,1	700	100	252,31	0,66	0,94
<i>Pipe 3</i>	695,82	700	100	252,31	0,66	0,94
<i>Pipe 4</i>	600,7	700	100	233,42	0,61	0,81
<i>Pipe 5</i>	222,23	700	100	219,91	0,57	0,73
<i>Pipe 6</i>	189,62	700	100	213,61	0,56	0,69
<i>Pipe 7</i>	597,1	700	100	153,9	0,4	0,37
<i>Pipe 8</i>	249,1	700	100	144,9	0,38	0,33
<i>Pipe 9</i>	29,93	700	100	140,4	0,36	0,32
<i>Pipe 10</i>	541,9	700	100	135,9	0,35	0,3
<i>Pipe 11</i>	466,33	700	100	131,4	0,34	0,28
<i>Pipe 12</i>	186,31	700	100	126,9	0,33	0,26
<i>Pipe 13</i>	180,58	700	100	126,9	0,33	0,26
<i>Pipe 14</i>	120,33	700	100	126,9	0,33	0,26
<i>Pipe 15</i>	195,27	500	100	126,9	0,65	1,35
<i>Pipe 16</i>	389,99	500	100	104,4	0,53	0,94
<i>Pipe 17</i>	406,69	500	100	99,9	0,51	0,87
<i>Pipe 18</i>	356,24	500	120	99,9	0,51	0,62
<i>Pipe 19</i>	330,13	500	120	95,4	0,49	0,57
<i>Pipe 20</i>	291,91	500	120	79,2	0,4	0,4
<i>Pipe 21</i>	369,07	500	120	69,3	0,35	0,31
<i>Pipe 22</i>	15,82	300	100	64,8	0,92	4,68
<i>Pipe 23</i>	220,12	300	100	31,5	0,45	1,23
<i>Pipe 24</i>	596,93	200	100	33,3	1,06	9,82
<i>Pipe 25</i>	376,13	200	100	23,4	0,74	5,11
<i>Pipe 26</i>	512,64	150	100	9,9	0,56	4,22



<i>Link ID</i>	<i>Length</i>	<i>Diameter</i>	<i>Roughness</i>	<i>Flow</i>	<i>Velocity</i>	<i>Unit Headloss</i>
	<i>m</i>	<i>mm</i>		<i>LPS</i>	<i>m/s</i>	<i>m/km</i>
<i>Pipe 27</i>	306,82	700	100	252,31	0,66	0,94
<i>Pipe 1</i>	255,4	700	100	315,31	0,82	1,41
<i>Pipe 28</i>	653,87	700	100	315,31	0,82	1,41
<i>Pipe 29</i>	185,39	700	100	149,4	0,39	0,35
<i>Pipe 40</i>	356,21	250	120	40,81	0,83	3,45
<i>Pipe 41</i>	11,23	200	100	31,14	0,99	8,68
<i>Pipe 42</i>	179,98	200	120	26,64	0,85	4,64
<i>Pipe 43</i>	188,3	160	120	17,64	0,88	6,41
<i>Pipe 44</i>	134,23	140	120	11,34	0,74	5,42
<i>Pipe 47</i>	37,71	75	120	1,37	0,31	2,25
<i>Pipe 48</i>	41,58	75	120	1,05	0,24	1,37
<i>Pipe 49</i>	33,91	75	120	0,48	0,11	0,32
<i>Pipe 50</i>	38,18	50	120	0,39	0,2	1,59
<i>Pipe 51</i>	40,96	50	120	0,3	0,15	0,98
<i>Pipe 52</i>	18,17	50	120	0,21	0,11	0,5
<i>Pipe 53</i>	17,13	50	120	0,21	0,11	0,5
<i>Pipe 54</i>	73,91	50	120	-0,06	0,03	0,05
<i>Pipe 55</i>	96,32	50	120	-0,33	0,17	1,17
<i>Pipe 56</i>	38,62	75	120	-0,33	0,07	0,16
<i>Pipe 57</i>	13,63	75	120	-0,43	0,1	0,26
<i>Pipe 58</i>	36,22	75	120	-0,43	0,1	0,26
<i>Pipe 59</i>	37,73	75	120	-0,28	0,06	0,12
<i>Pipe 60</i>	70,39	50	120	0,07	0,04	0,05
<i>Pipe 61</i>	32,14	50	120	-0,11	0,06	0,13
<i>Pipe 62</i>	32,94	50	120	-0,26	0,13	0,73
<i>Pipe 63</i>	29,99	50	120	-0,27	0,14	0,81
<i>Pipe 64</i>	19,36	50	120	-0,43	0,22	1,89

<i>Link ID</i>	<i>Length</i>	<i>Diameter</i>	<i>Roughness</i>	<i>Flow</i>	<i>Velocity</i>	<i>Unit Headloss</i>
	<i>m</i>	<i>mm</i>		<i>LPS</i>	<i>m/s</i>	<i>m/km</i>
<i>Pipe 65</i>	31,84	50	120	-0,64	0,33	4,03
<i>Pipe 66</i>	31,88	50	120	-0,95	0,49	8,34
<i>Pipe 67</i>	30,35	50	120	-1,6	0,81	21,64
<i>Pipe 68</i>	41,31	75	120	-2,9	0,66	9,05
<i>Pipe 69</i>	57,87	90	120	-5,04	0,79	10,38
<i>Pipe 70</i>	54,44	75	120	-1,37	0,31	2,25
<i>Pipe 71</i>	41,46	75	120	0,33	0,07	0,16
<i>Pipe 72</i>	28,49	75	120	0,67	0,15	0,6
<i>Pipe 73</i>	32,53	75	120	1,22	0,28	1,83
<i>Pipe 74</i>	32,51	75	120	1,44	0,33	2,49
<i>Pipe 75</i>	8,74	75	120	1,39	0,31	2,32
<i>Pipe 76</i>	6,11	75	120	1,02	0,23	1,32
<i>Pipe 77</i>	34,52	75	120	0,82	0,19	0,88
<i>Pipe 78</i>	31,46	75	120	0,66	0,15	0,58
<i>Pipe 79</i>	31,38	75	120	0,53	0,12	0,39
<i>Pipe 80</i>	102,18	50	120	-0,14	0,07	0,21
<i>Pipe 81</i>	104,31	50	120	-0,1	0,05	0,08
<i>Pipe 82</i>	94,68	50	120	-0,14	0,07	0,22
<i>Pipe 83</i>	96,78	50	120	0,12	0,06	0,16
<i>Pipe 84</i>	104,45	50	120	0,03	0,02	0,01
<i>Pipe 85</i>	88,82	50	120	-0,1	0,05	0,09
<i>Pipe 87</i>	34,87	75	120	2,14	0,48	5,17
<i>Pipe 88</i>	44,74	50	120	1,69	0,86	24,09
<i>Pipe 89</i>	79,37	50	120	1,12	0,57	11,22
<i>Pipe 90</i>	82,86	50	120	0,55	0,28	3,03
<i>Pipe 91</i>	81,13	50	120	0,22	0,11	0,55
<i>Pipe 92</i>	78,44	50	120	-0,05	0,03	0,04

<i>Link ID</i>	<i>Length</i>	<i>Diameter</i>	<i>Roughness</i>	<i>Flow</i>	<i>Velocity</i>	<i>Unit Headloss</i>
	<i>m</i>	<i>mm</i>		<i>LPS</i>	<i>m/s</i>	<i>m/km</i>
<i>Pipe 93</i>	78,59	50	120	-0,11	0,06	0,14
<i>Pipe 94</i>	74,34	50	120	-0,07	0,04	0,07
<i>Pipe 95</i>	72,31	50	120	-0,12	0,06	0,16
<i>Pipe 96</i>	38,74	50	120	0,78	0,4	5,7
<i>Pipe 97</i>	37,03	50	120	0,36	0,19	1,39
<i>Pipe 98</i>	37,68	50	120	0,36	0,19	1,39
<i>Pipe 99</i>	38,45	50	120	0,32	0,16	1,11
<i>Pipe 45</i>	74,51	90	120	4,28	0,67	7,65
<i>Pipe 46</i>	116,27	90	120	4,01	0,63	6,78
<i>Pipe 86</i>	12,82	90	120	3,87	0,61	6,36
<i>Pipe 100</i>	34,65	50	120	1,25	0,63	13,67
<i>Pipe 101</i>	30,96	50	120	0,78	0,4	5,8
<i>Pipe 102</i>	32,31	50	120	0,57	0,29	3,2
<i>Pipe 103</i>	33,39	50	120	0,42	0,21	1,81
<i>Pipe 104</i>	38,6	50	120	0,27	0,14	0,8
<i>Pipe 105</i>	37,41	50	120	-0,06	0,03	0,04
<i>Pipe 106</i>	82,42	50	120	-0,06	0,03	0,04
<i>Pipe 107</i>	11,81	50	120	0,09	0,05	0,12
<i>Pipe 108</i>	31,42	50	120	0,09	0,05	0,11
<i>Pipe 109</i>	7,51	50	120	0,58	0,3	3,32
<i>Pipe 110</i>	42,09	50	120	0,13	0,07	0,21
<i>Pipe 111</i>	89,15	50	120	-0,14	0,07	0,23
<i>Pipe 112</i>	124,51	50	120	-0,14	0,07	0,23
<i>Pipe 113</i>	40,66	75	120	-1,04	0,24	1,36
<i>Pipe 114</i>	38,28	75	120	-2,25	0,51	5,64
<i>Pipe 115</i>	79,49	75	120	-2,53	0,57	7,06
<i>Pipe 116</i>	32,02	75	120	0,9	0,2	1,04



<i>Link ID</i>	<i>Length</i>	<i>Diameter</i>	<i>Roughness</i>	<i>Flow</i>	<i>Velocity</i>	<i>Unit Headloss</i>
	<i>m</i>	<i>mm</i>		<i>LPS</i>	<i>m/s</i>	<i>m/km</i>
<i>Pipe 117</i>	44,52	50	120	0,9	0,46	7,48
<i>Pipe 118</i>	40,26	50	120	0,81	0,41	6,15
<i>Pipe 119</i>	88,08	50	120	0,09	0,05	0,11
<i>Pipe 120</i>	32,59	50	120	0,29	0,15	0,91
<i>Pipe 121</i>	33,84	50	120	0,48	0,24	2,33
<i>Pipe 122</i>	27,25	50	120	0,52	0,26	2,66
<i>Pipe 123</i>	36,61	50	120	0,4	0,2	1,63
<i>Pipe 124</i>	36,2	50	120	0,27	0,14	0,83
<i>Pipe 125</i>	42,34	50	120	0,15	0,08	0,27
<i>Pipe 126</i>	85,9	50	120	-0,12	0,06	0,19
<i>Pipe 127</i>	84,72	50	120	-0,12	0,06	0,18
<i>Pipe 128</i>	82,65	50	120	-0,12	0,06	0,18
<i>Pipe 129</i>	82,65	50	120	0,13	0,06	0,19
<i>Pipe 130</i>	80,19	50	120	0,37	0,19	1,46
<i>Pipe 131</i>	215,22	75	120	0,49	0,11	0,33
<i>Pipe 132</i>	40,43	50	120	0,63	0,32	3,86
<i>Pipe 30</i>	298,41	150	100	13,5	0,76	7,49
<i>Pipe 31</i>	96,23	150	100	13,5	0,76	7,49
<i>Pipe 32</i>	466,08	150	100	13,5	0,76	7,49
<i>Pipe 33</i>	357,2	150	100	6,3	0,36	1,83
<i>Pipe 34</i>	285,47	150	100	4,5	0,25	0,98
<i>Pipe 35</i>	70,52	200	100	22,5	0,72	4,75
<i>Pipe 36</i>	371,66	150	100	9	0,51	3,54
<i>Pipe 134</i>	56,89	150	100	4,5	0,25	0,98
<i>Pipe 142</i>	104,98	150	100	5,4	0,31	1,37
<i>Pipe 144</i>	328,74	700	100	144,9	0,38	0,33
<i>Pipe 145</i>	219,63	700	100	126,9	0,33	0,26



**Lampiran A**  
**Data Sisa Klor Node Jaringan Baru Hasil Analisa EPANET**  
**2.0**

<i>Node ID</i>	<i>Elevation</i>	<i>Base Demand</i>	<i>Demand</i>	<i>Head</i>	<i>chlorine</i>
	<i>m</i>	<i>LPS</i>	<i>LPS</i>	<i>m</i>	<i>mg/L</i>
Junc B'6	455	0	0	482,54	0,49
Junc B'7	441	0	0	483,09	0,5
Junc B'8	450	21	21	481,74	0,49
Junc B'9	446	0	0	481,15	0,49
Junc B'10	446	0	0	480,96	0,49
Junc B'11	445	21	21	480,8	0,49
Junc B'12	455	0	0	480,31	0,48
Junc B'13	457	0	0	480,21	0,48
Junc DMAII,5	456	5	5	480,2	0,48
Junc DMAII,6	461	5	5	480	0,48
Junc B'16	458	0	0	479,78	0,48
Junc DMAII,18	457	5	5	478,86	0,47
Junc B"2	454	0	0	478,43	0,47
Junc DMAII,17-DI,3-5	445	18	18	477,93	0,47
Junc DMAII,16	442	6	6	477,79	0,47
Junc DMAI,1	441	5	5	477,65	0,47
Junc B"7	436	35	35	477,23	0,47
Junc B"17	460	0	0	479,72	0,47
Junc B"18	460	0	0	479,66	0,47
Junc B"19	459	0	0	479,62	0,47
Junc B"20	457	0	0	479,3	0,47
Junc DMAI,4	449	5	5	478,16	0,47
Junc 1	441	0	0	477,56	0,47



<i>Node ID</i>	<i>Elevation</i>	<i>Base Demand</i>	<i>Demand</i>	<i>Head</i>	<i>chlorine</i>
	<i>m</i>	<i>LPS</i>	<i>LPS</i>	<i>m</i>	<i>mg/L</i>
Junc DMAI,6-7	441	11	11	470,43	0,47
Junc DMAI,8-9-10	438	15	15	468,1	0,47
Junc DMAI,14	433	5	5	465,47	0,47
Junc 5	447	70	70	483,44	0,5
Junc 7	451	0	0	484,56	0,5
Junc DMAII,3	450	5	5	480,53	0,48
Junc DMAII,1	445	5	5	479,19	0,49
Junc DMAII,11-12	442	10	10	478,17	0,49
Junc 9	445	6	6	479,31	0,49
Junc DMAII,10	442	7	7	476,71	0,49
Junc 11	445	7	7	475,82	0,49
Junc 12	445	0,1	0,1	473,23	0,49
Junc 13	445	0,5	0,5	473,25	0,49
Junc 14	446	0,2	0,2	473,32	0,49
Junc 15	445	0	0	473,42	0,49
Junc 17	445	0	0	475,09	0,49
Junc 18	446	0,2	0,2	474,64	0,49
Junc 19	446	0,1	0,1	473,84	0,49
Junc 20	446	0,1	0,1	473,52	0,49
Junc 21	447	0,3	0,3	473,36	0,49
Junc 22	447	0,3	0,3	473,32	0,49
Junc 23	447	0,1	0,1	473,29	0,49
Junc 24	448	0,3	0,3	473,26	0,49
Junc 25	448	0,2	0,2	473,25	0,48
Junc 26	446	0,2	0,2	473,26	0,49
Junc 27	447	0	0	473,27	0,49
Junc 28	447	0,1	0,1	473,29	0,49

<i>Node ID</i>	<i>Elevation</i>	<i>Base Demand</i>	<i>Demand</i>	<i>Head</i>	<i>chlorine</i>
	<i>m</i>	<i>LPS</i>	<i>LPS</i>	<i>m</i>	<i>mg/L</i>
Junc 29	447	0,1	0,1	473,33	0,49
Junc 30	447	0	0	473,34	0,49
Junc 31	447	0	0	473,36	0,49
Junc 32	447	0	0	473,46	0,49
Junc 33	446	0	0	473,54	0,49
Junc 34	446	0	0	473,56	0,49
Junc 35	446	0	0	473,57	0,49
Junc 36	446	0,5	0,5	474,88	0,49
Junc 37	446	0,5	0,5	473,29	0,49
Junc 38	446	0	0	473,28	0,49
Junc 39	446	0	0	473,25	0,48
Junc 40	445	0	0	473,24	0,48
Junc 41	445	0	0	473,23	0,48
Junc 42	446	0,5	0,5	473,22	0,49
Junc 43	446	0,5	0,5	473,23	0,49
Junc 44	446	0,1	0,1	473,16	0,49
Junc 45	446	0,1	0,1	473,11	0,49
Junc 46	446	0	0	473,1	0,49
Junc 47	446	0,3	0,3	473,09	0,49
Junc 48	446	0,3	0,3	473,09	0,47
Junc 49	444	0	0	473,23	0,47
Junc 16	445	0,3	0,3	478,61	0,49
Junc 50	446	0,15	0,15	477,66	0,49
Junc 51	446	0,1	0,1	477,56	0,49
Junc 52	446	0	0	476,87	0,49
Junc 53	447	0,8	0,8	476,61	0,49
Junc 54	447	0	0	476,55	0,49

<i>Node ID</i>	<i>Elevation</i>	<i>Base Demand</i>	<i>Demand</i>	<i>Head</i>	<i>chlorine</i>
	<i>m</i>	<i>LPS</i>	<i>LPS</i>	<i>m</i>	<i>mg/L</i>
Junc 55	447	0	0	476,5	0,49
Junc 56	448	0	0	476,51	0,48
Junc 57	447	0,3	0,3	476,48	0,48
Junc 58	447	0,5	0,5	476,5	0,48
Junc 59	447	0	0	476,53	0,48
Junc 60	448	0	0	476,53	0,49
Junc 61	448	0	0	476,53	0,49
Junc 62	447	0	0	476,53	0,49
Junc 63	447	0,5	0,5	476,53	0,49
Junc 64	448	0	0	476,55	0,49
Junc 65	448	0	0	476,58	0,49
Junc 66	446	0,3	0,3	476,56	0,49
Junc 67	446	0,3	0,3	476,64	0,49
Junc 68	447	0	0	476,65	0,49
Junc 69	447	0,1	0,1	476,74	0,49
Junc 70	446	0,1	0,1	476,76	0,49
Junc 71	446	0,1	0,1	476,98	0,49
Junc 72	447	0,2	0,2	476,84	0,49
Junc 73	445	0,6	0,6	475,61	0,49
Junc 74	445	0,1	0,1	475,6	0,48
Junc 75	445	0,2	0,2	475,8	0,49
Junc 76	446	0,1	0,1	476,1	0,49
Junc 77	451	0	0	478,44	0,49
Junc 78	450	0	0	477,56	0,49
Junc 79	453	15	15	473,31	0,49
Junc 80	451	7	7	480,16	0,49
Junc 81	458	5	5	479,87	0,48



<i>Node ID</i>	<i>Elevation</i>	<i>Base Demand</i>	<i>Demand</i>	<i>Head</i>	<i>chlorine</i>
	<i>m</i>	<i>LPS</i>	<i>LPS</i>	<i>m</i>	<i>mg/L</i>
Junc DMAII,13-14-15	456	15	15	478,89	0,47
Junc DMAII,8-9	452	10	10	477,3	0,47
Junc DMAI,2	443	5	5	477,72	0,47
Junc 96	437	6	6	465,29	0,47
Junc DMAII,4	452	5	5	480,45	0,48
Junc DMAII,7	460	5	5	479,85	0,48
Resvr wendit	485	#N/A	-350,35	485	0,5



**Lampiran A**  
**Data Sisa Klor Pipa Jaringan Baru Hasil Analisa Dengan**  
**EPANET 2.0**

Link ID	Length	Diameter	Roughness	Flow	Unit Headloss	chlorine
	m	mm		LPS	m/km	mg/L
Pipe 2	487,1	700	100	280,35	1,14	0,49
Pipe 3	695,82	700	100	280,35	1,14	0,49
Pipe 4	600,7	700	100	259,35	0,98	0,49
Pipe 5	222,23	700	100	244,35	0,88	0,49
Pipe 6	189,62	700	100	237,35	0,84	0,49
Pipe 7	597,1	700	100	171	0,46	0,48
Pipe 8	249,1	700	100	161	0,41	0,48
Pipe 9	29,93	700	100	156	0,38	0,48
Pipe 10	541,9	700	100	151	0,36	0,48
Pipe 11	466,33	700	100	146	0,34	0,48
Pipe 12	186,31	700	100	141	0,32	0,47
Pipe 13	180,58	700	100	141	0,32	0,47
Pipe 14	120,33	700	100	141	0,32	0,47
Pipe 15	195,27	500	100	141	1,64	0,47
Pipe 16	389,99	500	100	116	1,14	0,47
Pipe 17	406,69	500	100	111	1,05	0,47
Pipe 18	356,24	500	120	111	0,75	0,47
Pipe 19	330,13	500	120	106	0,69	0,47
Pipe 20	291,91	500	120	88	0,49	0,47
Pipe 21	369,07	500	120	77	0,38	0,47
Pipe 22	15,82	300	100	72	5,68	0,47
Pipe 23	220,12	300	100	35	1,49	0,47
Pipe 24	596,93	200	100	37	11,94	0,47

Link ID	Length	Diameter	Roughness	Flow	Unit	chlorine
	m	mm		LPS	m/km	mg/L
Pipe 25	376,13	200	100	26	6,21	0,47
Pipe 26	512,64	150	100	11	5,13	0,47
Pipe 27	306,82	700	100	280,35	1,14	0,5
Pipe 1	255,4	700	100	350,35	1,72	0,5
Pipe 28	653,87	700	100	350,35	1,72	0,5
Pipe 29	185,39	700	100	166	0,43	0,48
Pipe 40	356,21	250	120	45,35	4,19	0,49
Pipe 41	11,23	200	100	34,6	10,55	0,49
Pipe 42	179,98	200	120	29,6	5,64	0,49
Pipe 43	188,3	160	120	19,6	7,79	0,49
Pipe 44	134,23	140	120	12,6	6,58	0,49
Pipe 47	37,71	75	120	1,51	2,72	0,49
Pipe 48	41,58	75	120	1,17	1,67	0,49
Pipe 49	33,91	75	120	0,53	0,4	0,49
Pipe 50	38,18	50	120	0,43	1,94	0,49
Pipe 51	40,96	50	120	0,33	1,2	0,49
Pipe 52	18,17	50	120	0,23	0,62	0,49
Pipe 53	17,13	50	120	0,23	0,62	0,49
Pipe 54	73,91	50	120	-0,07	0,06	0,47
Pipe 55	96,32	50	120	-0,37	1,41	0,47
Pipe 56	38,62	75	120	-0,37	0,2	0,47
Pipe 57	13,63	75	120	-0,47	0,31	0,48
Pipe 58	36,22	75	120	-0,47	0,31	0,48
Pipe 59	37,73	75	120	-0,32	0,15	0,48
Pipe 60	70,39	50	120	0,08	0,08	0,48
Pipe 61	32,14	50	120	-0,12	0,18	0,48
Pipe 62	32,94	50	120	-0,29	0,91	0,49



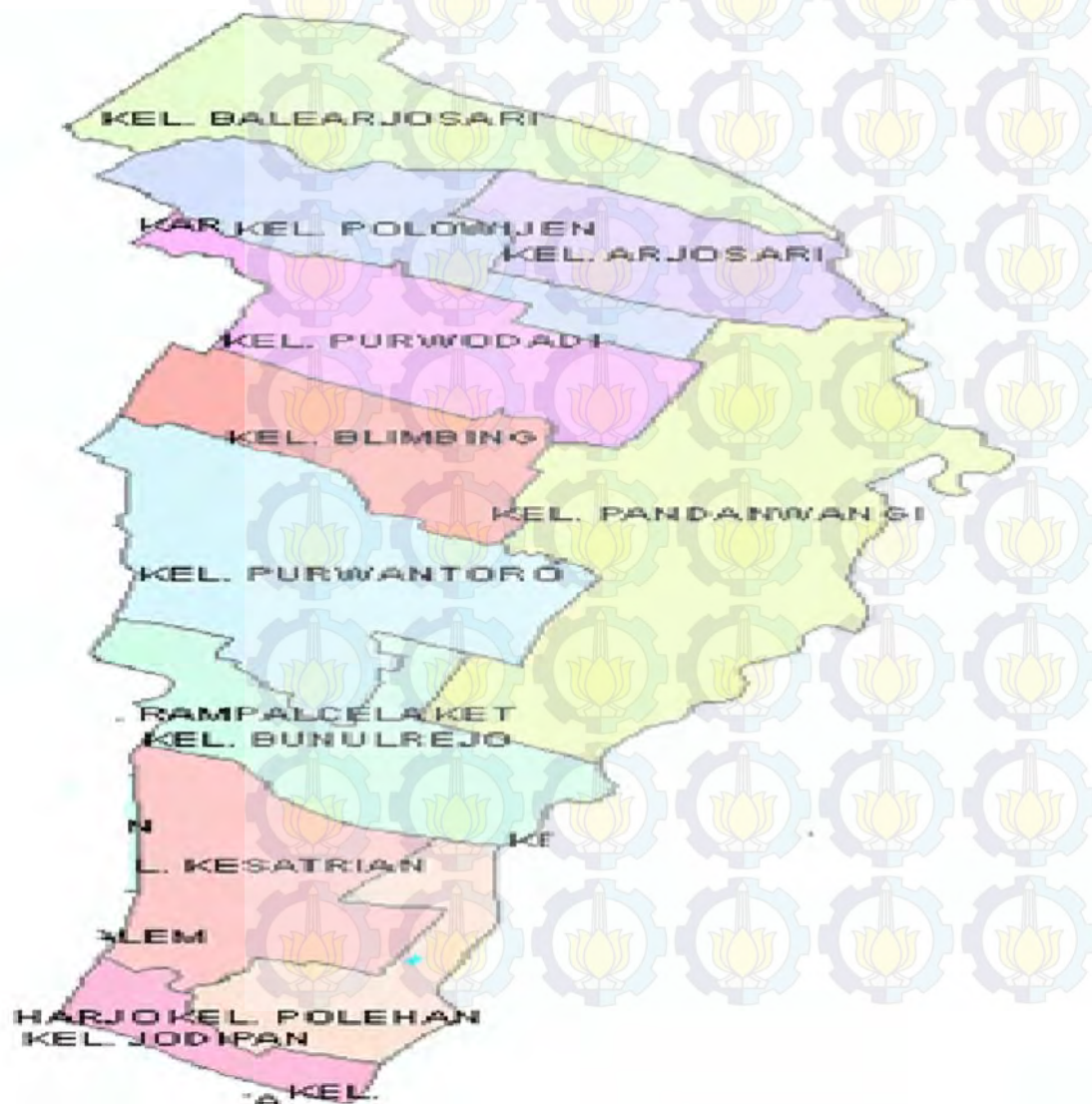
Link ID	Length	Diameter	Roughness	Flow	Unit Headloss	chlorine
	m	mm		LPS	m/km	mg/L
Pipe 63	29,99	50	120	-0,3	0,99	0,49
Pipe 64	19,36	50	120	-0,48	2,33	0,49
Pipe 65	31,84	50	120	-0,72	4,92	0,49
Pipe 66	31,88	50	120	-1,06	10,16	0,49
Pipe 67	30,35	50	120	-1,78	26,32	0,49
Pipe 68	41,31	75	120	-3,22	11	0,49
Pipe 69	57,87	90	120	-5,6	12,62	0,49
Pipe 70	54,44	75	120	-1,51	2,72	0,49
Pipe 71	41,46	75	120	0,37	0,2	0,48
Pipe 72	28,49	75	120	0,75	0,74	0,49
Pipe 73	32,53	75	120	1,36	2,24	0,49
Pipe 74	32,51	75	120	1,61	3,04	0,49
Pipe 75	8,74	75	120	1,55	2,83	0,49
Pipe 76	6,11	75	120	1,14	1,61	0,49
Pipe 77	34,52	75	120	0,92	1,07	0,49
Pipe 78	31,46	75	120	0,73	0,7	0,49
Pipe 79	31,38	75	120	0,6	0,49	0,49
Pipe 80	102,18	50	120	-0,15	0,26	0,49
Pipe 81	104,31	50	120	-0,1	0,13	0,49
Pipe 82	94,68	50	120	-0,15	0,26	0,48
Pipe 83	96,78	50	120	0,13	0,21	0,48
Pipe 84	104,45	50	120	0,04	0,02	0,48
Pipe 85	88,82	50	120	-0,1	0,13	0,47
Pipe 87	34,87	75	120	2,38	6,29	0,49
Pipe 88	44,74	50	120	1,88	29,27	0,49
Pipe 89	79,37	50	120	1,24	13,64	0,49
Pipe 90	82,86	50	120	0,61	3,68	0,49

Link ID	Length	Diameter	Roughness	Flow	Unit	chlorine
	m	mm		LPS	Headloss m/km	mg/L
Pipe 91	81,13	50	120	0,24	0,66	0,48
Pipe 92	78,44	50	120	-0,06	0,05	0,48
Pipe 93	78,59	50	120	-0,12	0,19	0,48
Pipe 94	74,34	50	120	-0,09	0,1	0,48
Pipe 95	72,31	50	120	-0,13	0,21	0,48
Pipe 96	38,74	50	120	0,86	6,9	0,49
Pipe 97	37,03	50	120	0,41	1,72	0,49
Pipe 98	37,68	50	120	0,41	1,72	0,49
Pipe 99	38,45	50	120	0,36	1,38	0,49
Pipe 45	74,51	90	120	4,75	9,3	0,49
Pipe 46	116,27	90	120	4,45	8,24	0,49
Pipe 86	12,82	90	120	4,3	7,73	0,49
Pipe 100	34,65	50	120	1,39	16,62	0,49
Pipe 101	30,96	50	120	0,87	7,05	0,49
Pipe 102	32,31	50	120	0,63	3,89	0,49
Pipe 103	33,39	50	120	0,47	2,21	0,49
Pipe 104	38,6	50	120	0,3	0,98	0,49
Pipe 105	37,41	50	120	-0,06	0,05	0,49
Pipe 106	82,42	50	120	-0,06	0,05	0,49
Pipe 107	11,81	50	120	0,11	0,14	0,49
Pipe 108	31,42	50	120	0,11	0,14	0,49
Pipe 109	7,51	50	120	0,65	4,04	0,48
Pipe 110	42,09	50	120	0,15	0,26	0,48
Pipe 111	89,15	50	120	-0,15	0,29	0,48
Pipe 112	124,51	50	120	-0,15	0,29	0,48
Pipe 113	40,66	75	120	-1,15	1,65	0,49
Pipe 114	38,28	75	120	-2,49	6,86	0,49

Link ID	Length	Diameter	Roughness	Flow	Unit Headloss	chlorine
	m	mm		LPS	m/km	mg/L
Pipe 115	79,49	75	120	-2,81	8,58	0,49
Pipe 116	32,02	75	120	1	1,26	0,49
Pipe 117	44,52	50	120	1	9,09	0,49
Pipe 118	40,26	50	120	0,9	7,48	0,49
Pipe 119	88,08	50	120	0,1	0,13	0,48
Pipe 120	32,59	50	120	0,32	1,1	0,49
Pipe 121	33,84	50	120	0,53	2,84	0,49
Pipe 122	27,25	50	120	0,57	3,24	0,49
Pipe 123	36,61	50	120	0,44	1,99	0,49
Pipe 124	36,2	50	120	0,31	1,01	0,49
Pipe 125	42,34	50	120	0,17	0,33	0,49
Pipe 126	85,9	50	120	-0,14	0,23	0,49
Pipe 127	84,72	50	120	-0,13	0,22	0,49
Pipe 128	82,65	50	120	-0,13	0,22	0,49
Pipe 129	82,65	50	120	0,14	0,24	0,48
Pipe 130	80,19	50	120	0,41	1,77	0,49
Pipe 131	215,22	75	120	0,54	0,4	0,48
Pipe 132	40,43	50	120	0,7	4,7	0,49
Pipe 30	298,41	150	100	15	9,11	0,49
Pipe 31	96,23	150	100	15	9,11	0,49
Pipe 32	466,08	150	100	15	9,11	0,49
Pipe 33	357,2	150	100	7	2,22	0,49
Pipe 34	285,47	150	100	5	1,19	0,48
Pipe 35	70,52	200	100	25	5,78	0,47
Pipe 36	371,66	150	100	10	4,3	0,47
Pipe 134	56,89	150	100	5	1,19	0,47
Pipe 142	104,98	150	100	6	1,67	0,47

Link ID	Length	Diameter	Roughness	Flow	Unit	chlorine
	m	mm		LPS	Headloss m/km	mg/L
Pipe 144	328,74	700	100	161	0,41	0,48
Pipe 145	219,63	700	100	141	0,32	0,48





**Kecamatan Blimbing**



**JURUSAN**

**TEKNIK LINGKUNGAN**

**TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN ZONA AIR MINUM  
PRIMA (ZAMP) PDAM KOTA MALANG  
DI KECAMATAN BLIMBING**

**JUDUL GAMBAR**

**Kecamatan Blimbing**

**NAMA MAHASISWA**

**Bariqul Haq  
3310 100 071**

**DOSEN**

**Dr. Ali Masduqi ST, MT.**

**LEGENDA**

**SKALA**

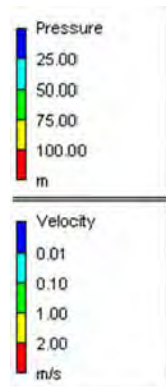
**Tanpa Skala**

**Nomor Gambar**

**Jumlah Gambar**

**1**

**33**



**Eksisting Sistem Distribusi Wendit 1 PDAM Kota Malang**



**JURUSAN**

**TEKNIK LINGKUNGAN**

**TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN ZONA AIR MINUM  
PRIMA (ZAMP) PDAM KOTA MALANG  
DI KECAMATAN BLIMBING**

**JUDUL GAMBAR**

**Analisa EPANET 2.0**

**NAMA MAHASISWA**

**Bariqul Haq  
3310 100 071**

**DOSEN**

**Dr. Ali Masduqi ST, MT.**

**LEGENDA**

○ *Node*  
→ *Pipa*  
□ *Reservoir*

**SKALA**

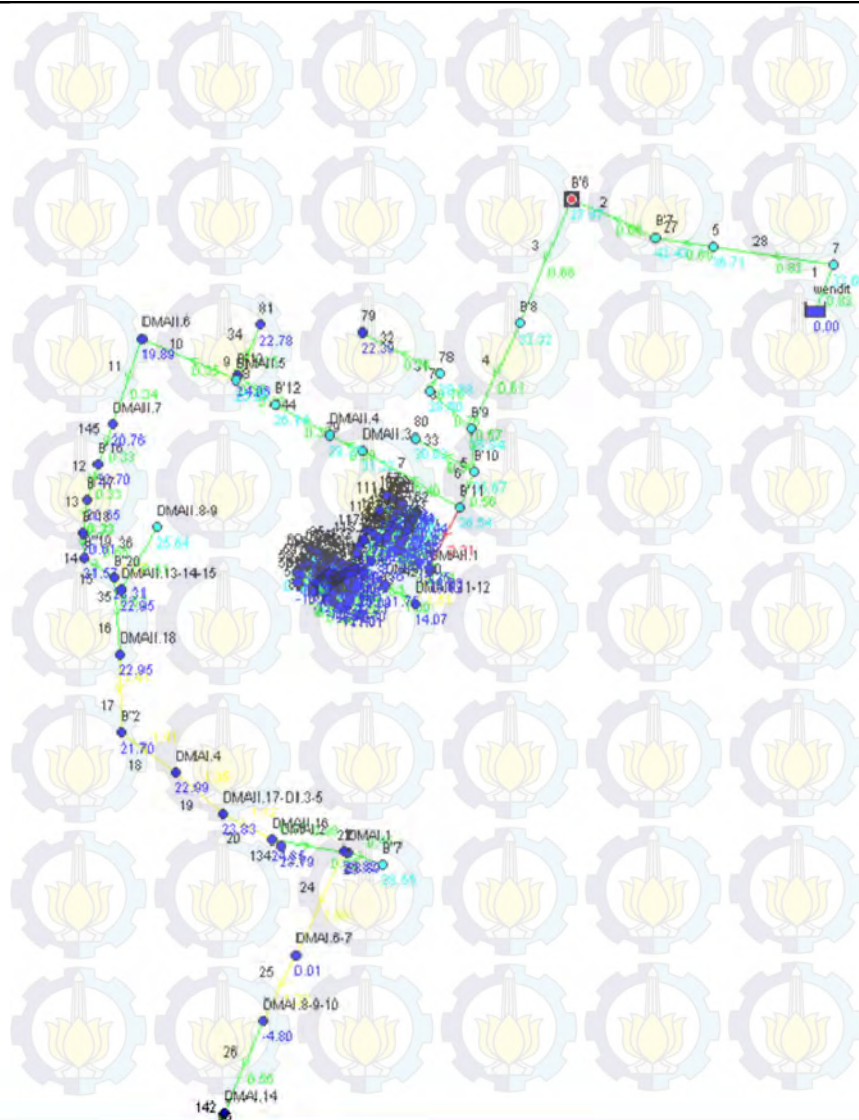
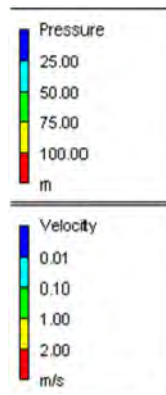
**Tanpa Skala**

**Nomor Gambar**

**Jumlah Gambar**

**2**

**33**



## Pengembangan Sistem Distribusi Wendit 1 PDAM Kota Malang



**JURUSAN**

**TEKNIK LINGKUNGAN**

**TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN ZONA AIR MINUM  
PRIMA (ZAMP) PDAM KOTA MALANG  
DI KECAMATAN BLIMBING**

**JUDUL GAMBAR**

**Analisa EPANET 2.0**

**NAMA MAHASISWA**

**Bariqul Haq  
3310 100 071**

**DOSEN**

**Dr. Ali Masduqi ST, MT.**

**LEGENDA**

- **Node**
- **Pipa**
- **Reservoir**

**SKALA**

**Tanpa Skala**

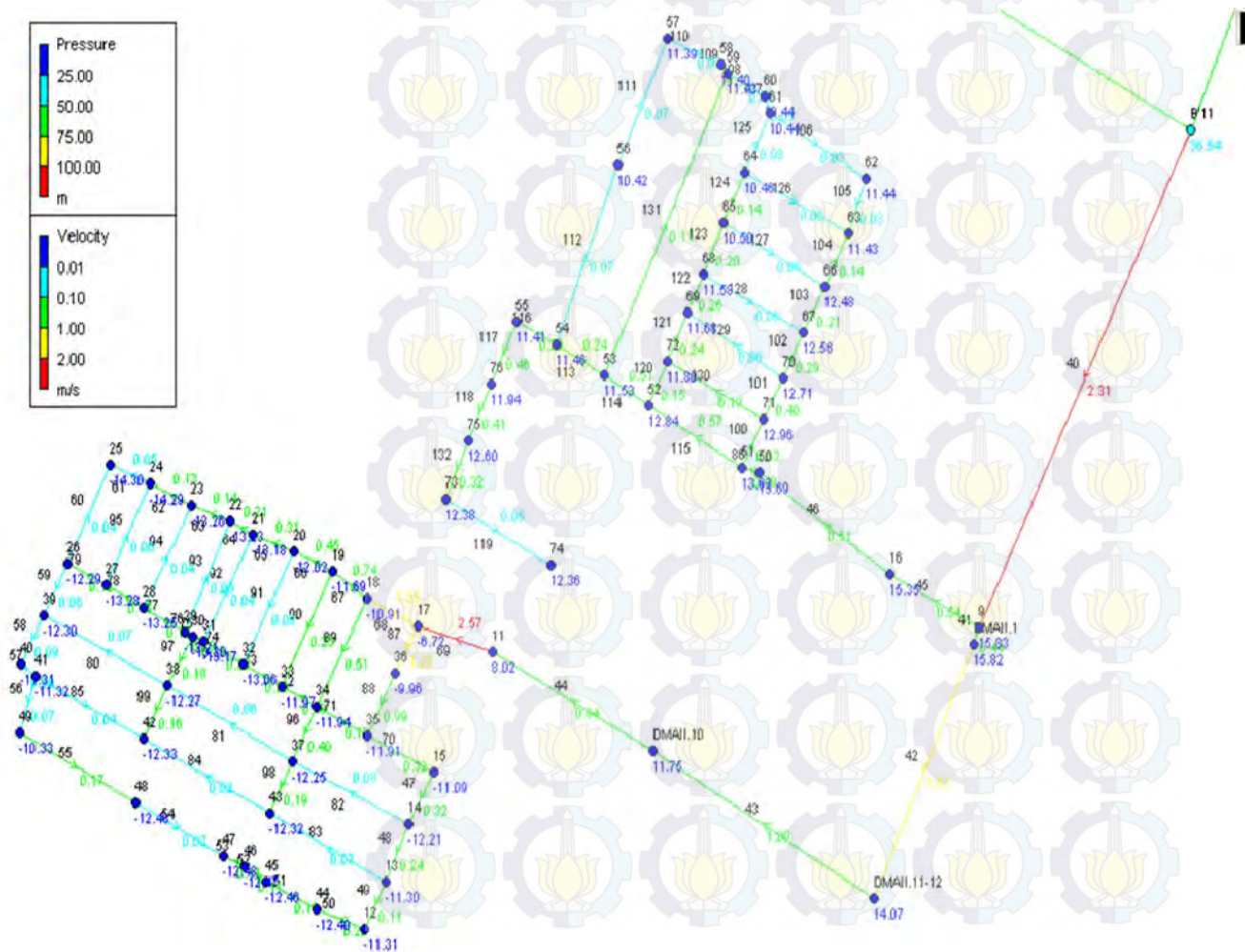
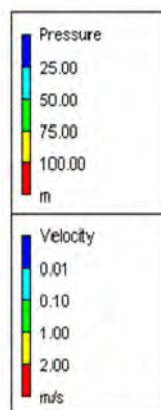
**Nomor Gambar**

**Jumlah Gambar**

**3**

**33**





## Pengembangan Sistem Distribusi Wendit 1 PDAM Kota Malang DMA II.2 dan DMA II 10



JURUSAN

TEKNIK LINGKUNGAN

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ZONA AIR MINUM  
PRIMA (ZAMP) PDAM KOTA MALANG  
DI KECAMATAN BLIMBING

JUDUL GAMBAR

Analisis EPANET 2.0

NAMA MAHASISWA

Bariqul Haq  
3310 100 071

DOSEN

Dr. Ali Masduqi ST, MT.

LEGENDA

- Node
- Pipa
- ▭ Reservoir

SKALA

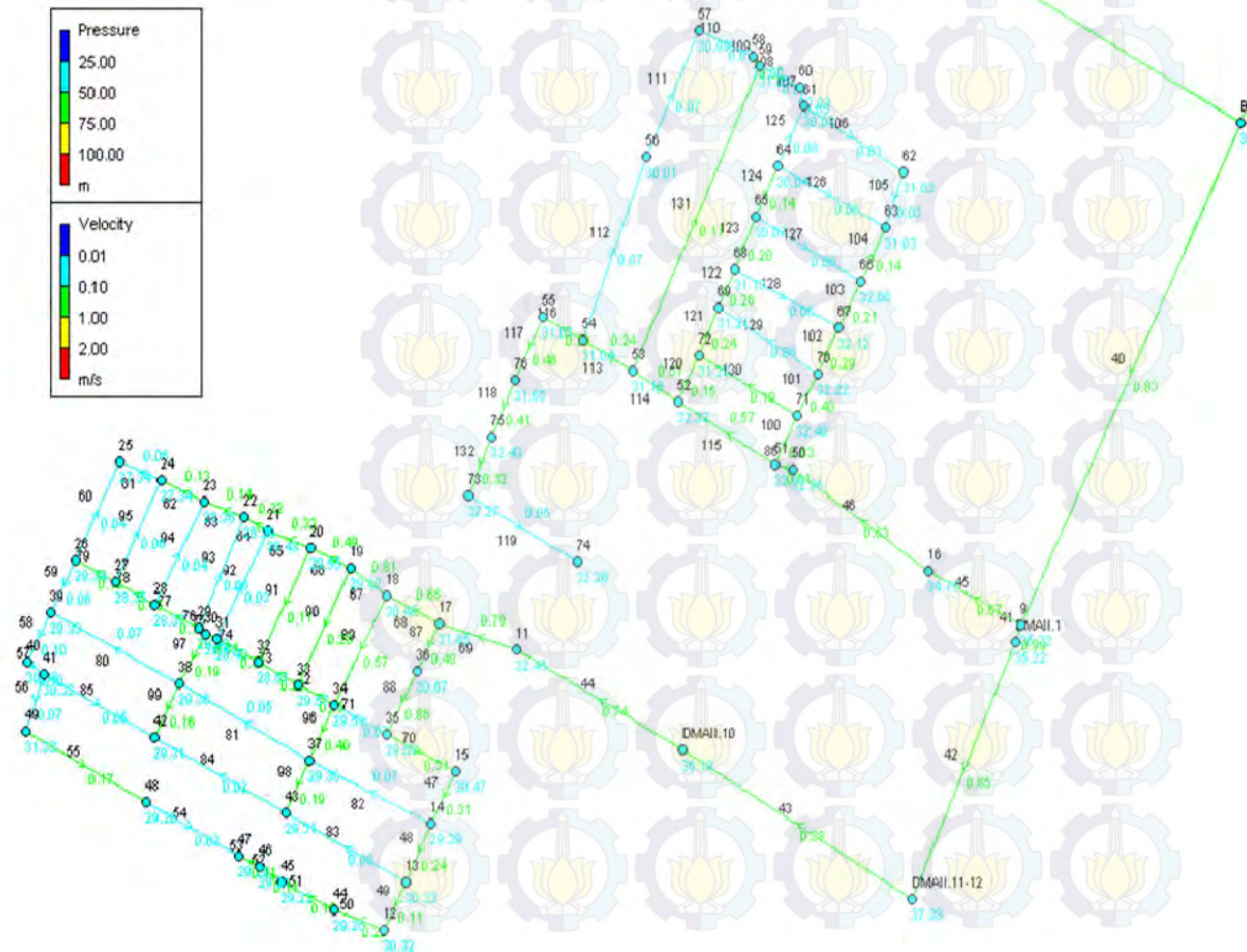
Tanpa Skala

Nomor Gambar      Jumlah Gambar

4

33





**DMA II.2 dan DMA II 10 ZAMP PDAM Kota Malang**



**JURUSAN**

**TEKNIK LINGKUNGAN**

**TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN ZONA AIR MINUM  
PRIMA (ZAMP) PDAM KOTA MALANG  
DI KECAMATAN BLIMBING**

**JUDUL GAMBAR**

**Analisis EPANET 2.0**

**NAMA MAHASISWA**

**Bariqul Haq  
3310 100 071**

**DOSEN**

**Dr. Ali Masduqi ST, MT.**

**LEGENDA**

- *Node*
- *Pipa*
- ▭ *Reservoir*

**SKALA**

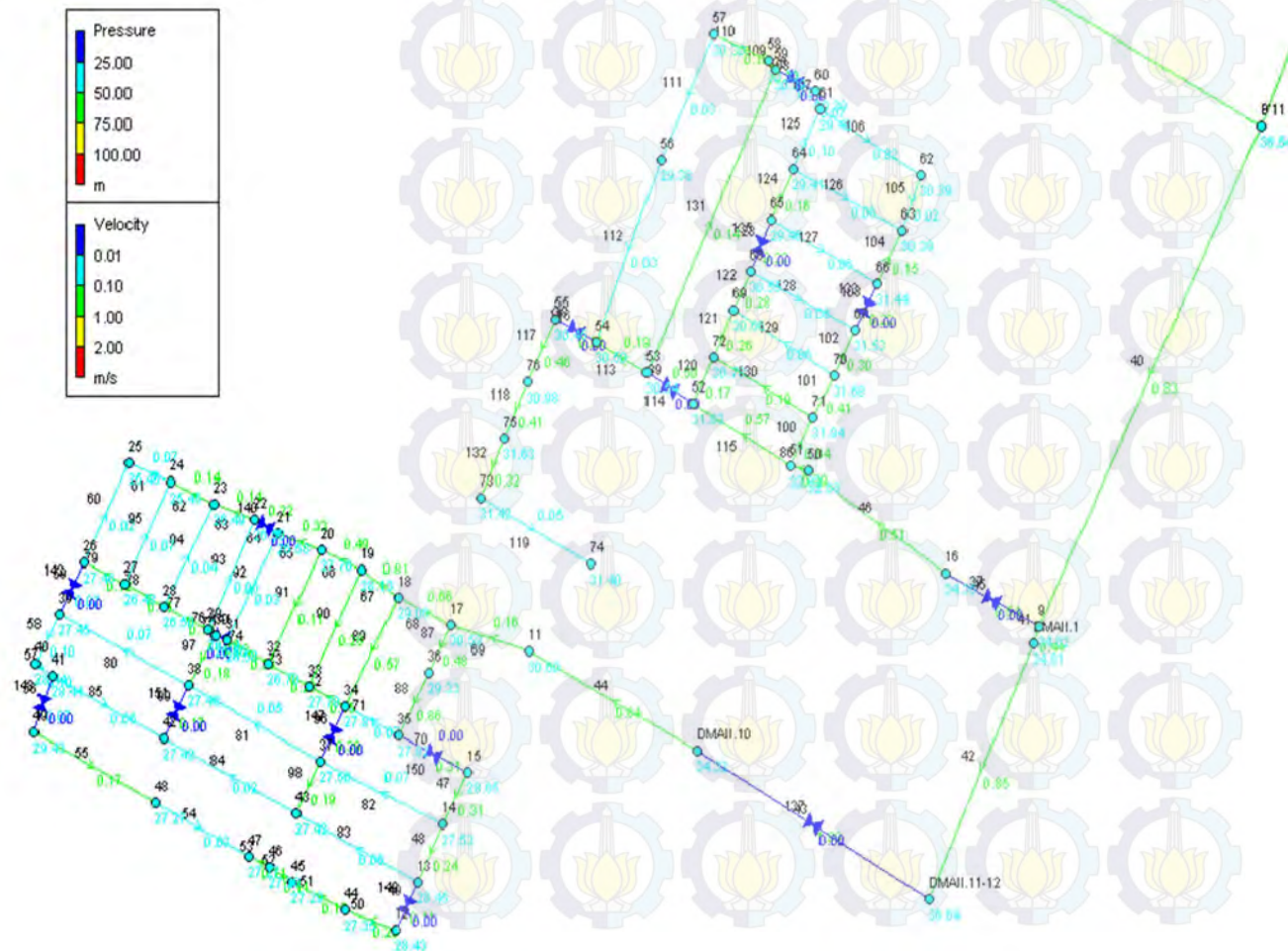
**Tanpa Skala**

**Nomor Gambar**

**Jumlah Gambar**

**5**

**33**



## Penempatan Valve DMA IL.2 dan DMA II 10 ZAMP PDAM Kota Malang



JURUSAN

TEKNIK LINGKUNGAN

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ZONA AIR MINUM  
PRIMA (ZAMP) PDAM KOTA MALANG  
DI KECAMATAN BLIMBING

JUDUL GAMBAR

Analisis EPANET 2.0

NAMA MAHASISWA

Bariqul Haq  
3310 100 071

DOSEN

Dr. Ali Masduqi ST, MT.

LEGENDA

- Node
- Pipa
- Reservoir

SKALA

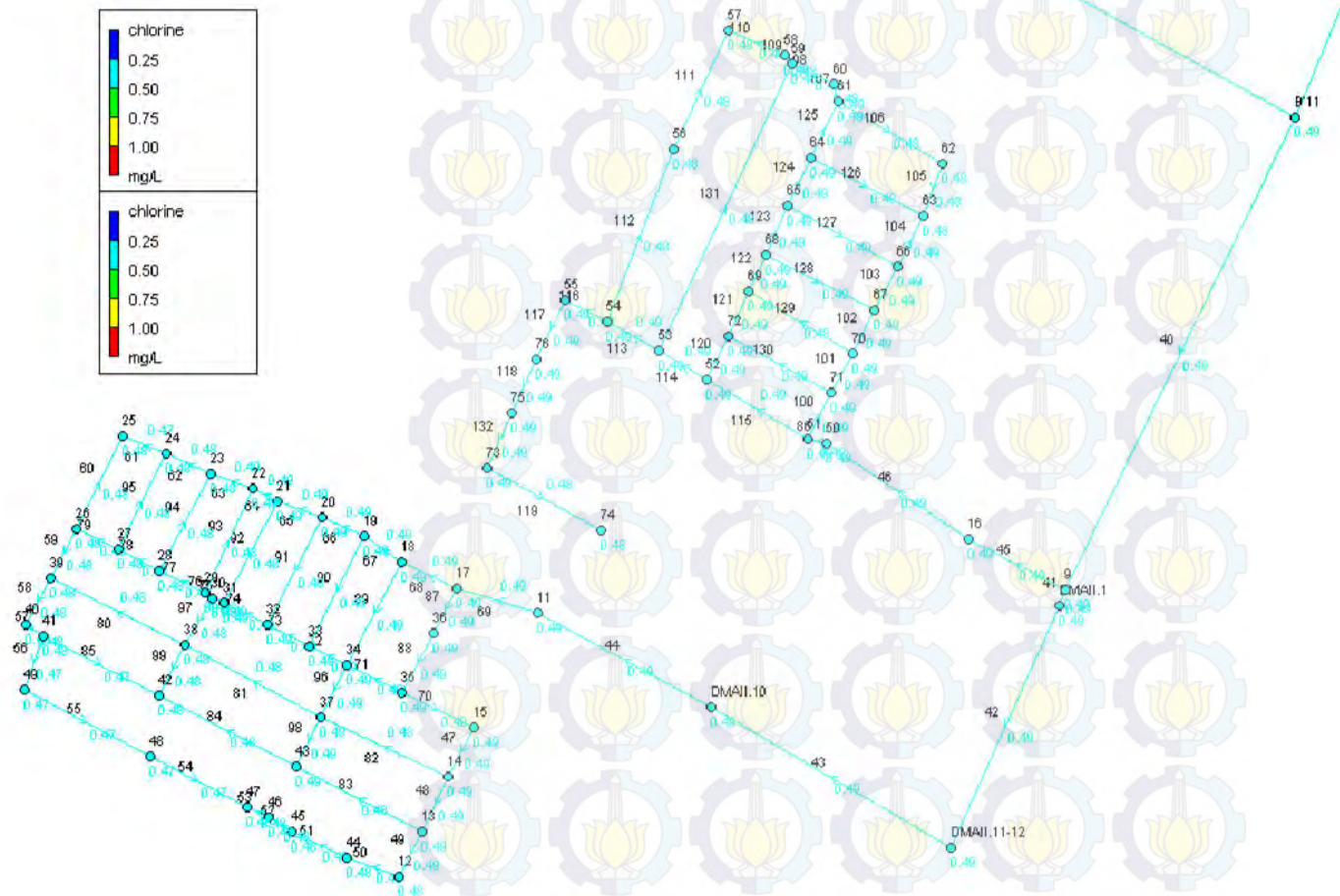
Tanpa Skala

Nomor Gambar      Jumlah Gambar

6

33





## Analisa Sisa Klor Pada DMA II.2 dan DMA II 10 ZAMP PDAM Kota Malang



**JURUSAN**

**TEKNIK LINGKUNGAN**

**TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN ZONA AIR MINUM  
PRIMA (ZAMP) PDAM KOTA MALANG  
DI KECAMATAN BLIMBING**

**JUDUL GAMBAR**

**Analisis EPANET 2.0**

**NAMA MAHASISWA**

**Bariqul Haq  
3310 100 071**

**DOSEN**

**Dr. Ali Masduqi ST, MT.**

**LEGENDA**

- **Node**
- **Pipa**
- **Reservoir**

**SKALA**

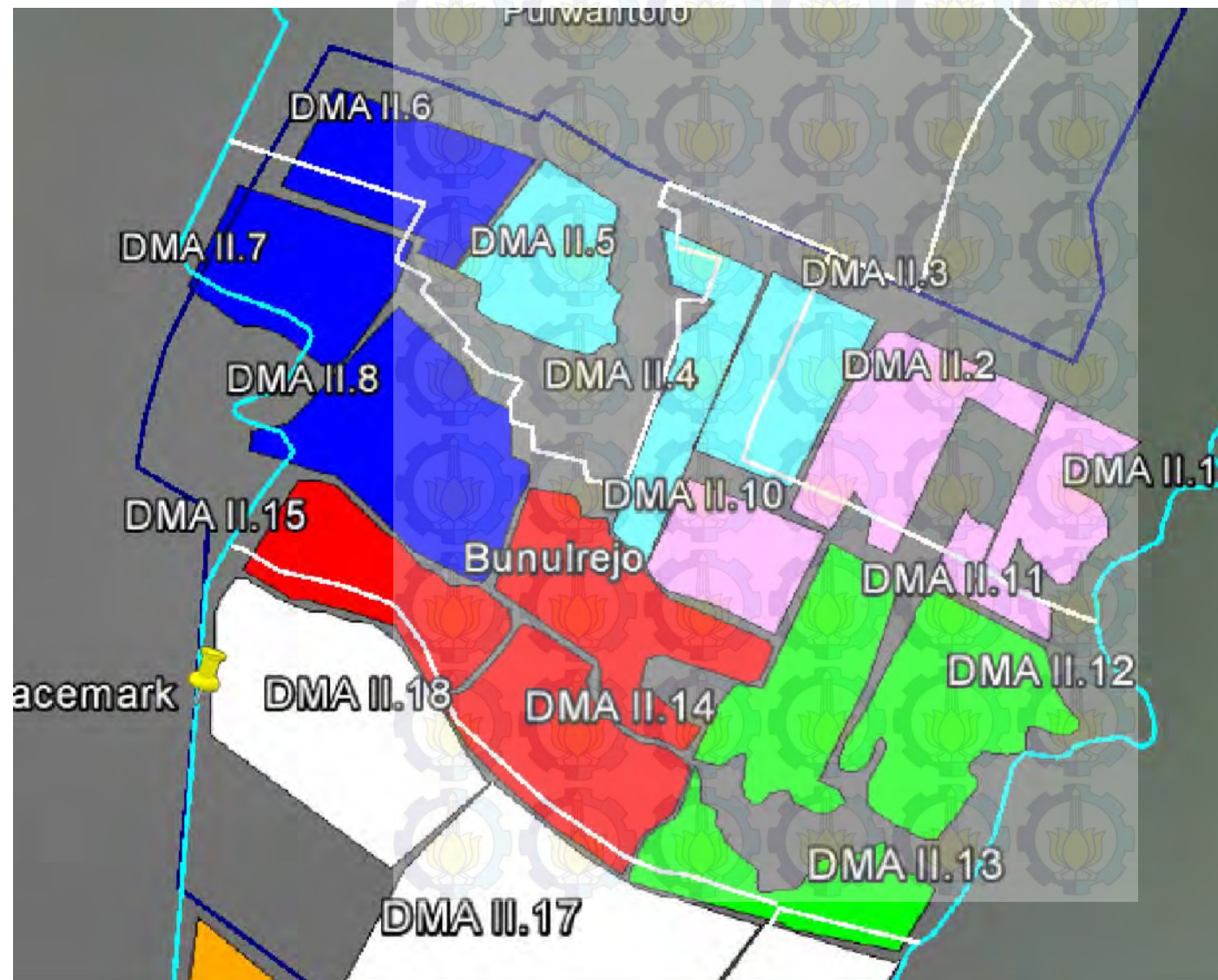
**Tanpa Skala**

**Nomor Gambar**

**Jumlah Gambar**

**7**

**33**



**Pembentukan DMA Tahap Pertama 2018**



**JURUSAN**

**TEKNIK LINGKUNGAN**

**TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN ZONA AIR MINUM  
PRIMA (ZAMP) PDAM KOTA MALANG  
DI KECAMATAN BLIMBING**

**JUDUL GAMBAR**

**Pembentukan DMA Tahap  
Pertama 2018**

**NAMA MAHASISWA**

**Barikul Haq  
3310 100 071**

**DOSEN**

**Dr. Ali Masduqi ST, MT.**

**LEGENDA**

- Pembentukan Tahun 1**
- Pembentukan Tahun 2**
- Pembentukan Tahun 3**
- Pembentukan Tahun 4**
- Pembentukan Tahun 5**

**SKALA**

**Tanpa Skala**

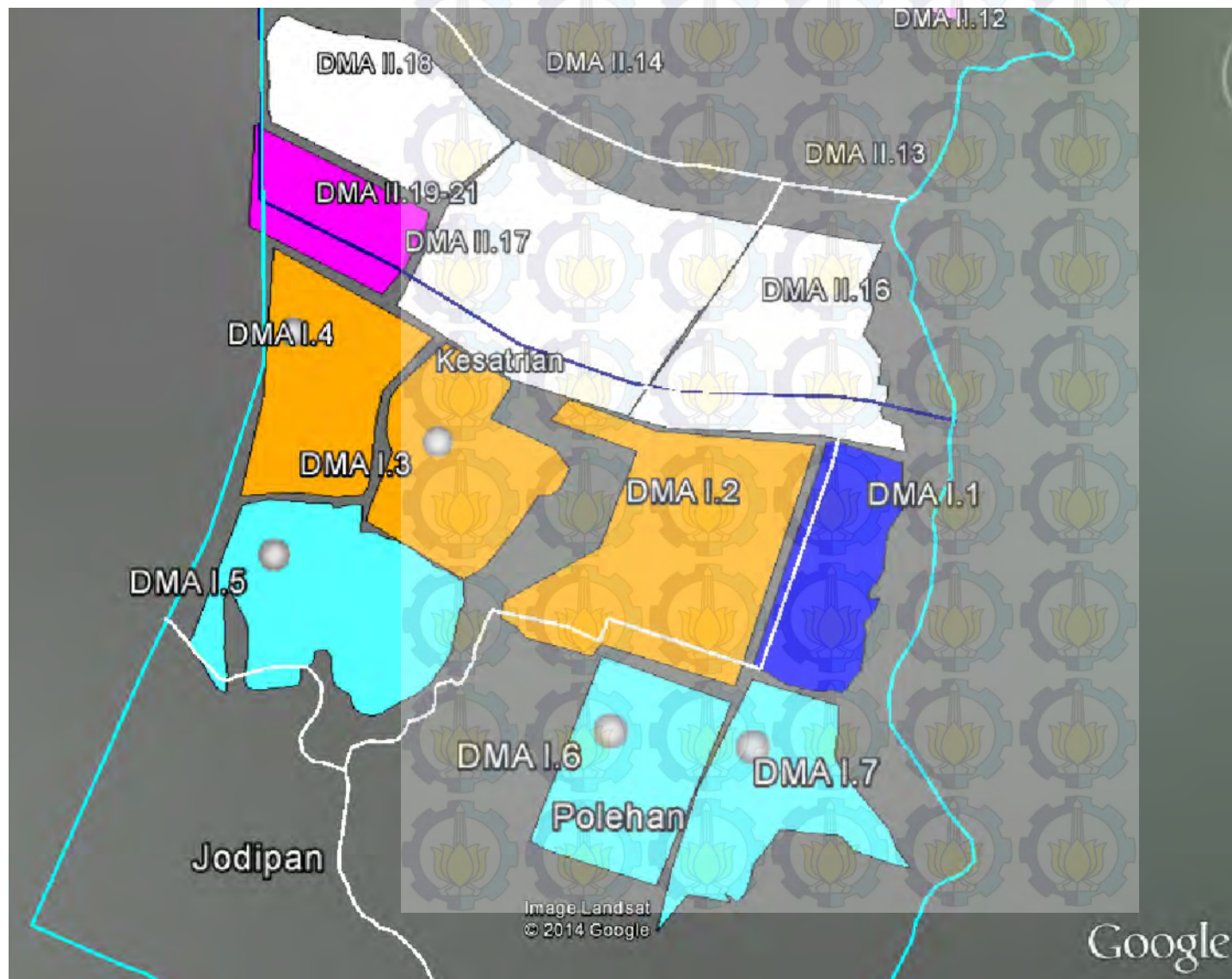
**Nomor Gambar**

**Jumlah Gambar**

**8**

**33**





**Pembentukan DMA Tahap Kedua 2023**



**JURUSAN**

**TEKNIK LINGKUNGAN**

**TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN ZONA AIR MINUM  
PRIMA (ZAMP) PDAM KOTA MALANG  
DI KECAMATAN BLIMBING**

**JUDUL GAMBAR**

**Pembentukan DMA Tahap  
Kedua 2023**

**NAMA MAHASISWA**

**Bariqul Haq  
3310 100 071**

**DOSEN**

**Dr. Ali Masduqi ST, MT.**

**LEGENDA**

- Pembentukan Tahun 1**
- Pembentukan Tahun 2**
- Pembentukan Tahun 3**
- Pembentukan Tahun 4**
- Pembentukan Tahun 5**

**SKALA**

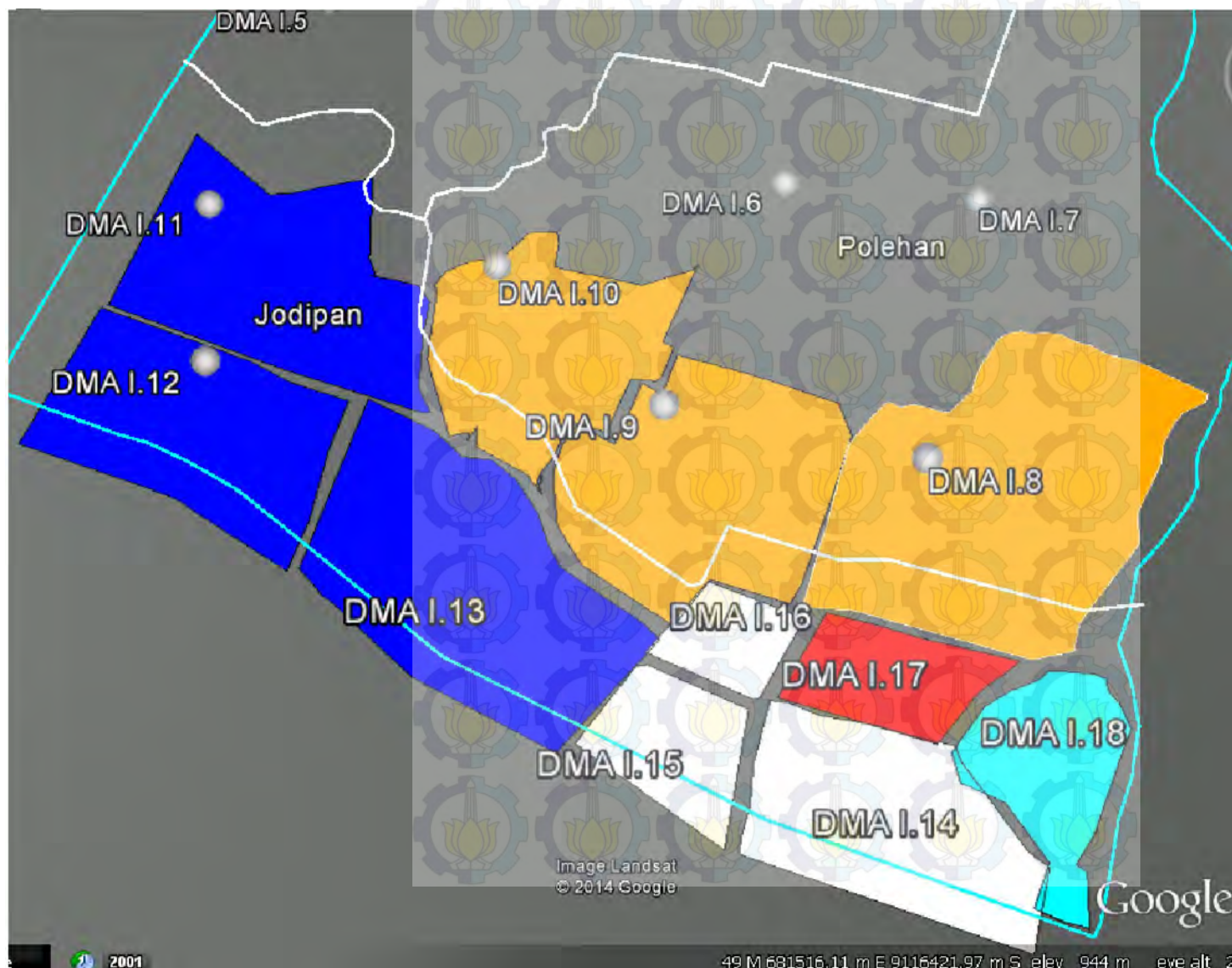
**Tanpa Skala**

**Nomor Gambar**

**Jumlah Gambar**

**9**

**33**



**Pembentukan DMA Tahap Ketiga 2028**



**JURUSAN**

**TEKNIK LINGKUNGAN**

**TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN ZONA AIR MINUM  
PRIMA (ZAMP) PDAM KOTA MALANG  
DI KECAMATAN BILMBING**

**JUDUL GAMBAR**

**Pembentukan DMA Tahap  
Ketiga 2028**

**NAMA MAHASISWA**

**Bariqul Haq  
3310 100 071**

**DOSEN**

**Dr. Ali Masduqi ST, MT.**

**LEGENDA**

- **Pembentukan Tahun 1**
- **Pembentukan Tahun 2**
- **Pembentukan Tahun 3**
- **Pembentukan Tahun 4**
- **Pembentukan Tahun 5**

**SKALA**

**Tanpa Skala**

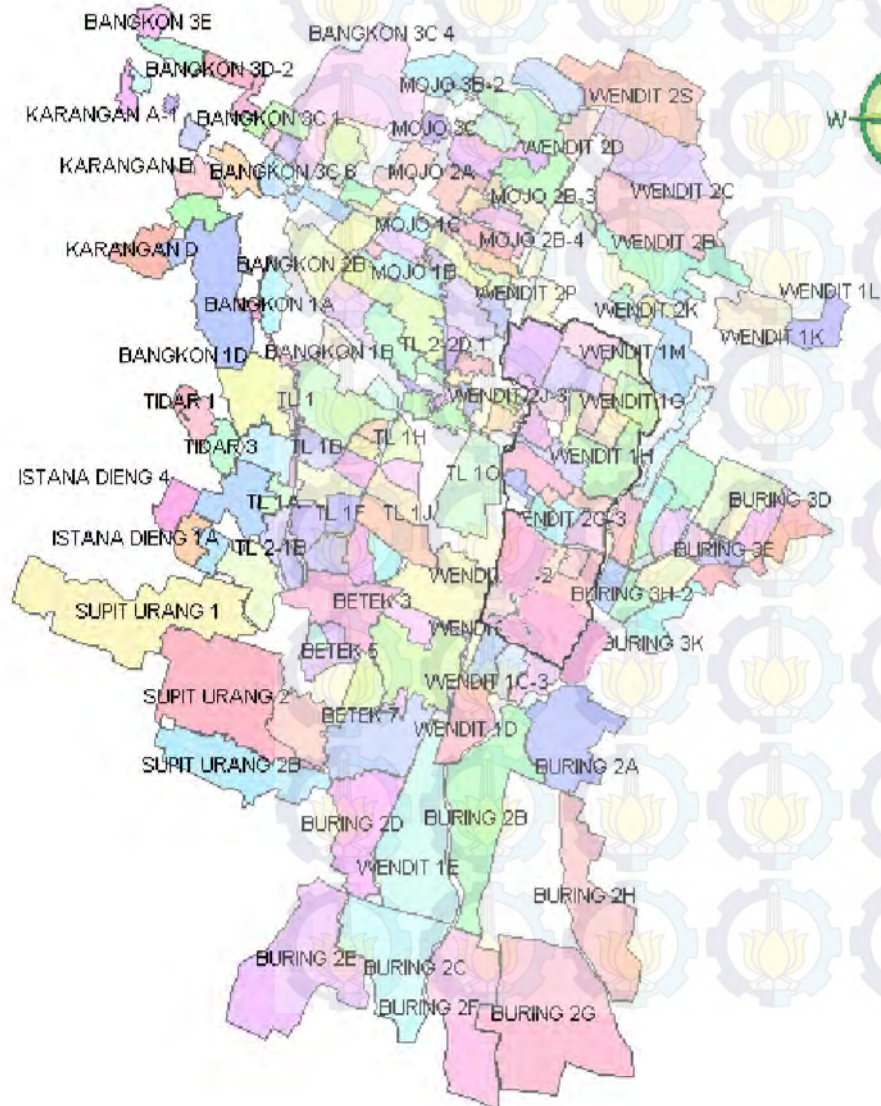
**Nomor Gambar**

**Jumlah Gambar**

**10**

**33**





## Peta Pelayanan ZAMP Kota Malang



**JURUSAN**

**TEKNIK LINGKUNGAN**

## TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN ZONA AIR MINUM  
PRIMA (ZAMP) PDAM KOTA MALANG  
DI KECAMATAN BLIMBING**

**JUDUL GAMBAR**

### Peta Pelayanan ZAMP Kota Malang

**NAMA MAHASISWA**

**Barigul Haq**  
**3310 100 071**

**DOSEN**

**Dr. Ali Masduqi ST, MT.**

## LEGENDA

**Daerah yang belum  
terlayani ZAMP**

## SKALA

### Tanpa Skala

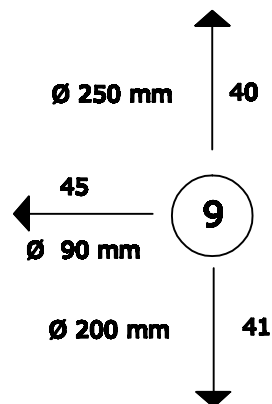
Nomor Gambar	
--------------	--

Jumlah Gambar	
1	1
2	1
3	1
4	1
5	1
6	1
7	1
8	1
9	1
10	1
11	1
12	1
13	1
14	1
15	1
16	1
17	1
18	1
19	1
20	1
21	1
22	1
23	1
24	1
25	1
26	1
27	1
28	1
29	1
30	1
31	1
32	1
33	1
34	1
35	1
36	1
37	1
38	1
39	1
40	1
41	1
42	1
43	1
44	1
45	1
46	1
47	1
48	1
49	1
50	1
51	1
52	1
53	1
54	1
55	1
56	1
57	1
58	1
59	1
60	1
61	1
62	1
63	1
64	1
65	1
66	1
67	1
68	1
69	1
70	1
71	1
72	1
73	1
74	1
75	1
76	1
77	1
78	1
79	1
80	1
81	1
82	1
83	1
84	1
85	1
86	1
87	1
88	1
89	1
90	1
91	1
92	1
93	1
94	1
95	1
96	1
97	1
98	1
99	1
100	1

11

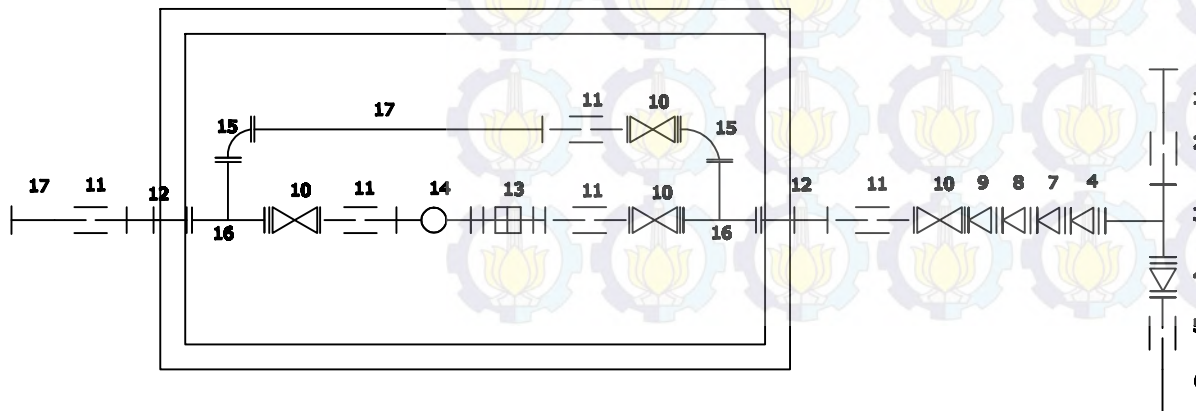
33





**Keterangan :**

1. Pipa Ø 250 mm
2. Straight Coupler Ø 250 mm
3. Tee All Flange Ø 250 mm
4. Reducer Ø 2500 x 200 mm
5. Straight Coupler Ø 200 mm
6. Pipa Ø 200 mm
7. Reducer Ø 200 x 140 mm
8. Reducer Ø 140 x 110 mm
9. Reducer Ø 110 x 90 mm
10. Gate valve Ø 90 mm 4 buah
11. Straight Coupler Ø 90 mm 5 buah
12. Flange with thrust Ø 90 mm 2 buah
13. Strainer Ø 90 mm
14. Meter air Ø 90 mm
15. Bend flange 90° Ø 90 mm 2 buah
16. Tee All Flange Ø 90 mm 2 buah
17. Pipa Ø 90 mm



**Node 9**



**JURUSAN**

**TEKNIK LINGKUNGAN**

**TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN ZONA AIR MINUM  
PRIMA (ZAMP) PDAM KOTA MALANG  
DI KECAMATAN BLIMBING**

**JUDUL GAMBAR**

**DETAIL JUNCTION**

**NAMA MAHASISWA**

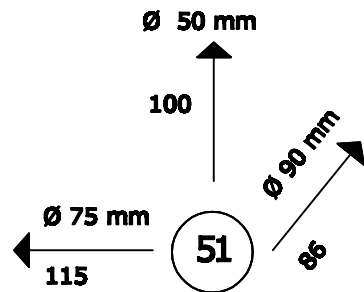
**Beriqul Haq  
3310 100 071**

**DOSEN**

**Dr. Ali Masduqi ST, MT.**

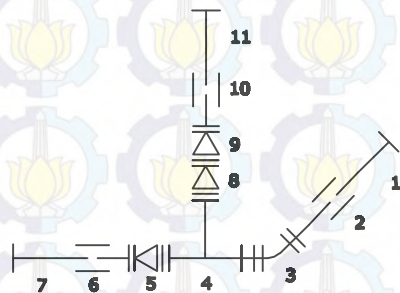
**LEGENDA**

SKALA	NODE
Tipe Skala	9
Nomor Gambar	
12	33



Keterangan :

1. Pipa Ø 90 mm
2. Straight Coupler Ø 90 mm 1 buah
3. Bend flange 45° Ø 90 mm
4. Tee All Flange Ø 90 mm
5. Reducer Ø 90 x 75 mm
6. Straight Coupler Ø 75 mm 1 buah
7. Pipa Ø 75 mm
8. Reducer Ø 90 x 75 mm
9. Reducer Ø 75 x 50 mm
10. Straight Coupler Ø 50 mm 1 buah
11. Pipa Ø 50 mm



Node 51



JURUSAN

TEKNIK LINGKUNGAN

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ZONA AIR MINUM  
PRIMA (ZAMP) PDAM KOTA MALANG  
DI KECAMATAN BLIMBING

JUDUL GAMBAR

DETAIL JUNCTION

NAMA MAHASISWA

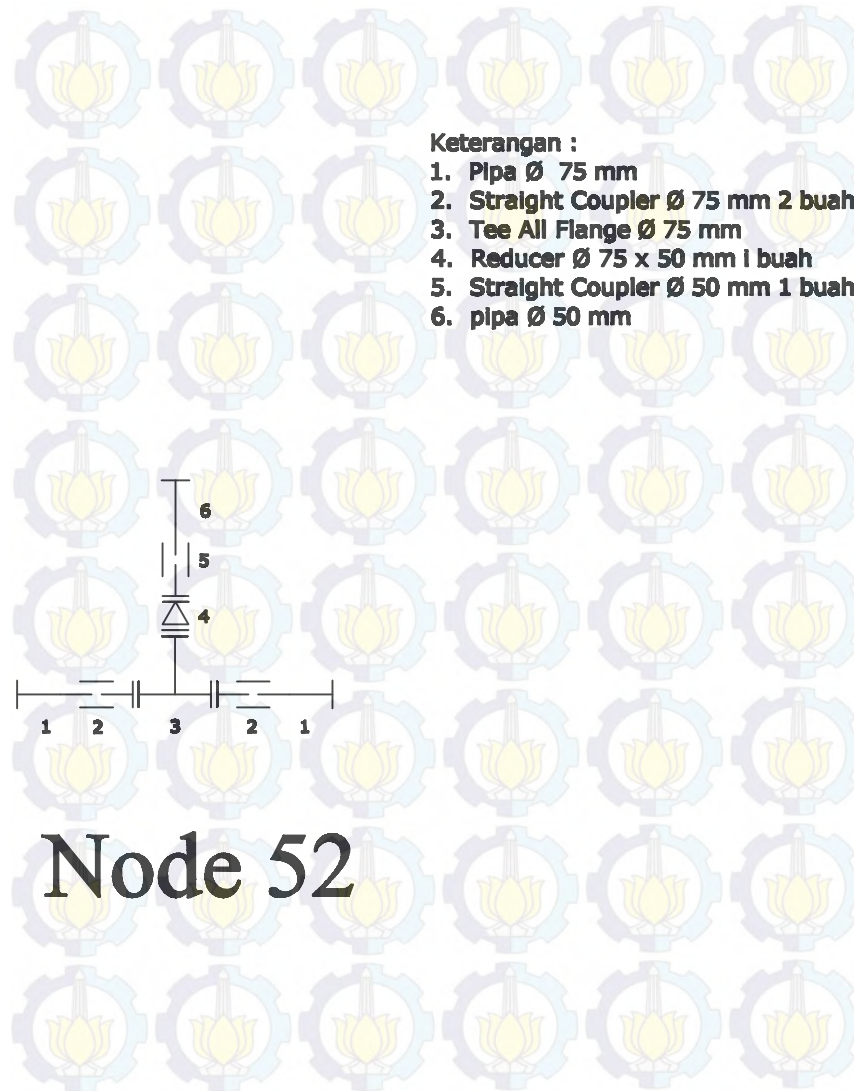
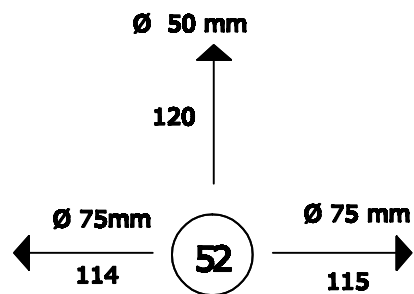
Bariqul Haq  
3310 100 071

DOSEN

Dr. Ali Masduqi ST, MT.

LEGENDA

SKALA	NODE
Tanpa Skala	51
Nomor Gambar	Jumlah Gambar
13	33



Keterangan :

1. Pipa Ø 75 mm
2. Straight Coupler Ø 75 mm 2 buah
3. Tee All Flange Ø 75 mm
4. Reducer Ø 75 x 50 mm 1 buah
5. Straight Coupler Ø 50 mm 1 buah
6. pipa Ø 50 mm

Node 52



JURUSAN

TEKNIK LINGKUNGAN

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ZONA AIR MINUM  
PRIMA (ZAMP) PDAM KOTA MALANG  
DI KECAMATAN BLIMBING

JUDUL GAMBAR

DETAIL JUNCTION

NAMA MAHASISWA

Bariqul Haq  
3310 100 071

DOSEN

Dr. Ali Masduqi ST, MT.

LEGENDA

SKALA

NODE

Tanpa Skala

52

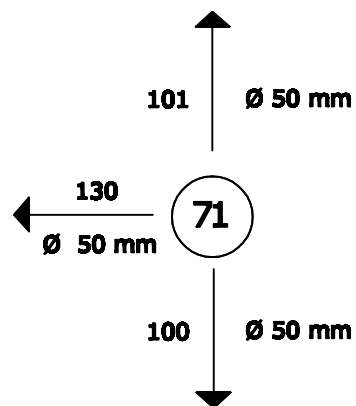
Nomor Gambar

Jumlah Gambar

14

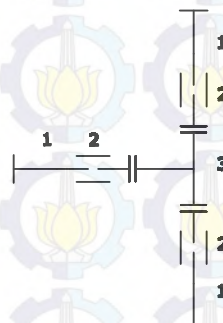
33





Keterangan :

1. Pipa Ø 50 mm
2. Straight Coupler Ø 50 mm 3 buah
3. Tee All Flange Ø 50 mm



Node 71



JURUSAN

TEKNIK LINGKUNGAN

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ZONA AIR MINUM  
PRIMA (ZAMP) PDAM KOTA MALANG  
DI KECAMATAN BLIMBING

JUDUL GAMBAR

DETAIL JUNCTION

NAMA MAHASISWA

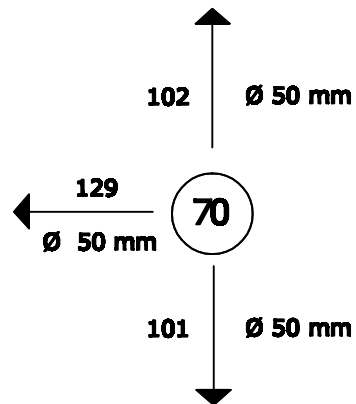
Bariqul Haq  
3310 100 071

DOSEN

Dr. Ali Masduqi ST, MT.

LEGENDA

SKALA	NODE
Tanpa Skala	71
Nomor Gambar	Jumlah Gambar
15	33



Keterangan :

1. Pipa Ø 50 mm
2. Straight Coupler Ø 50 mm 3 buah
3. Tee All Flange Ø 50 mm

Node 70



JURUSAN

TEKNIK LINGKUNGAN

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ZONA AIR MINUM  
PRIMA (ZAMP) PDAM KOTA MALANG  
DI KECAMATAN BLIMBING

JUDUL GAMBAR

DETAIL JUNCTION

NAMA MAHASISWA

Bariqul Haq  
3310 100 071

DOSEN

Dr. Ali Masduqi ST, MT.

LEGENDA

SKALA

NODE

Tanpa Skala

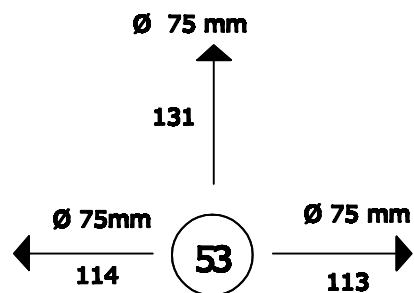
70

Nomor Gambar

Jumlah Gambar

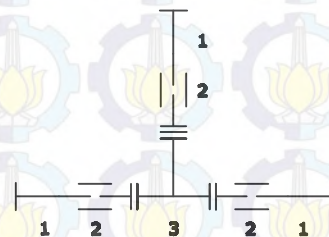
16

33



Keterangan :

1. Pipa Ø 75 mm
2. Straight Coupler Ø 75 mm 3 buah
3. Tee All Flange Ø 75 mm



Node 53



JURUSAN

TEKNIK LINGKUNGAN

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ZONA AIR MINUM  
PRIMA (ZAMP) PDAM KOTA MALANG  
DI KECAMATAN BLIMBING

JUDUL GAMBAR

DETAIL JUNCTION

NAMA MAHASISWA

Bariqul Haq  
3310 100 071

DOSEN

Dr. Ali Masduqi ST, MT.

LEGENDA

SKALA

NODE

Tanpa Skala

53

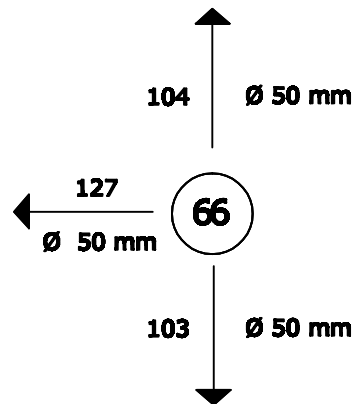
Nomor Gambar

Jumlah Gambar

17

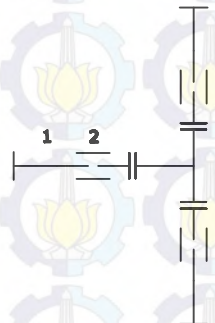
33





Keterangan :

1. Pipa Ø 50 mm
2. Straight Coupler Ø 50 mm 3 buah
3. Tee All Flange Ø 50 mm



Node 66



JURUSAN

TEKNIK LINGKUNGAN

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ZONA AIR MINUM  
PRIMA (ZAMP) PDAM KOTA MALANG  
DI KECAMATAN BLIMBING

JUDUL GAMBAR

DETAIL JUNCTION

NAMA MAHASISWA

Bariqul Haq  
3310 100 071

DOSEN

Dr. Ali Masduqi ST, MT.

LEGENDA

SKALA

NODE

Tanpa Skala

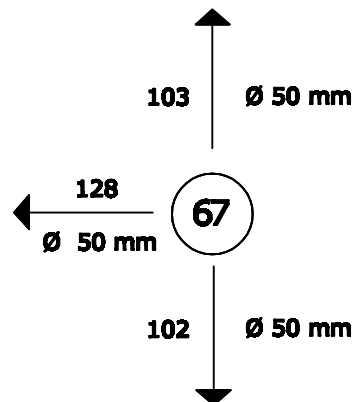
66

Nomor Gambar

Jumlah Gambar

18

33



Keterangan :

1. Pipa Ø 50 mm
2. Straight Coupler Ø 50 mm 3 buah
3. Tee All Flange Ø 50 mm

Node 67



JURUSAN

TEKNIK LINGKUNGAN

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ZONA AIR MINUM  
PRIMA (ZAMP) PDAM KOTA MALANG  
DI KECAMATAN BLIMBING

JUDUL GAMBAR

DETAIL JUNCTION

NAMA MAHASISWA

Bariqul Haq  
3310 100 071

DOSEN

Dr. Ali Masduqi ST, MT.

LEGENDA

SKALA

NODE

Tanpa Skala

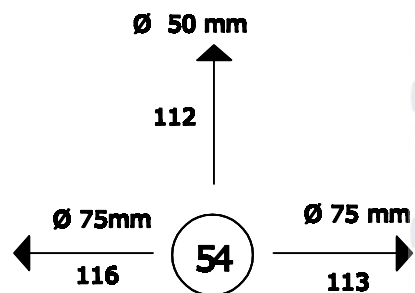
67

Nomor Gambar

Jumlah Gambar

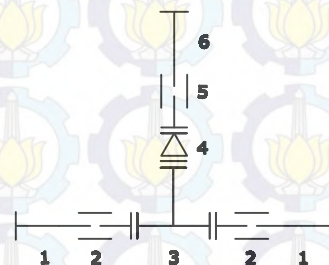
19

33



Keterangan :

1. Pipa Ø 75 mm
2. Straight Coupler Ø 75 mm 2 buah
3. Tee All Flange Ø 75 mm
4. Reducer Ø 75 x 50 mm 1 buah
5. Straight Coupler Ø 50 mm 1 buah
6. pipa Ø 50 mm



Node 54



JURUSAN

TEKNIK LINGKUNGAN

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ZONA AIR MINUM  
PRIMA (ZAMP) PDAM KOTA MALANG  
DI KECAMATAN BLIMBING

JUDUL GAMBAR

DETAIL JUNCTION

NAMA MAHASISWA

Bariqul Haq  
3310 100 071

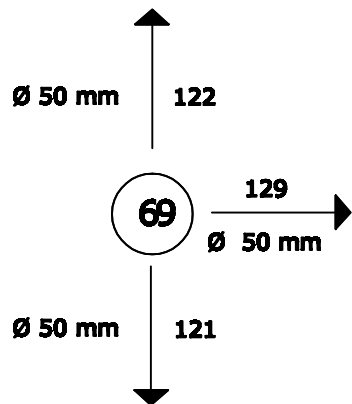
DOSEN

Dr. Ali Masduqi ST, MT.

LEGENDA

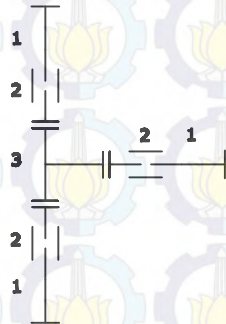
SKALA	NODE
Tanpa Skala	54
Nomor Gambar	Jumlah Gambar
20	33





Keterangan :

1. Pipa Ø 50 mm
2. Straight Coupler Ø 50 mm 3 buah
3. Tee All Flange Ø 50 mm



Node 69



JURUSAN

TEKNIK LINGKUNGAN

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ZONA AIR MINUM  
PRIMA (ZAMP) PDAM KOTA MALANG  
DI KECAMATAN BLIMBING

JUDUL GAMBAR

DETAIL JUNCTION

NAMA MAHASISWA

Bariqul Haq  
3310 100 071

DOSEN

Dr. Ali Masduqi ST, MT.

LEGENDA

SKALA

NODE

Tanpa Skala

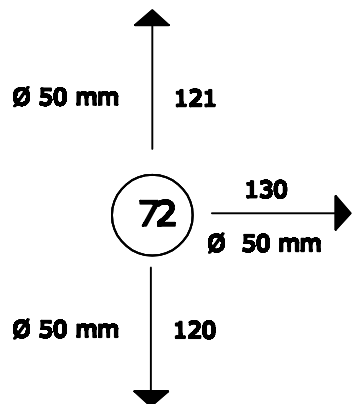
69

Nomor Gambar

Jumlah Gambar

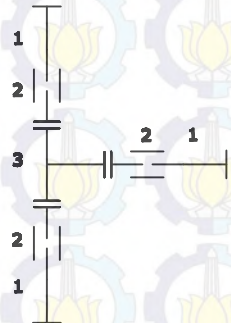
21

33



Keterangan :

1. Pipa Ø 50 mm
2. Straight Coupler Ø 50 mm 3 buah
3. Tee All Flange Ø 50 mm



Node 72



JURUSAN

TEKNIK LINGKUNGAN

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ZONA AIR MINUM  
PRIMA (ZAMP) PDAM KOTA MALANG  
DI KECAMATAN BLIMBING

JUDUL GAMBAR

DETAIL JUNCTION

NAMA MAHASISWA

Bariqul Haq  
3310 100 071

DOSEN

Dr. Ali Masduqi ST, MT.

LEGENDA

SKALA

NODE

Tanpa Skala

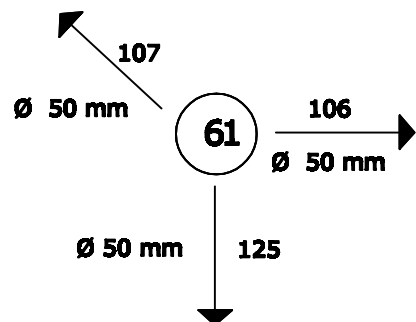
72

Number Gambar

Jumlah Gambar

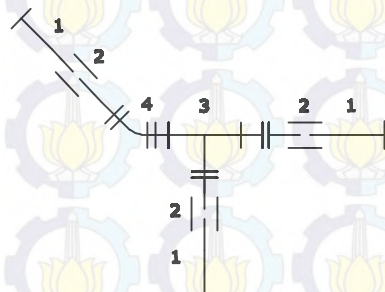
22

33



Keterangan :

1. Pipa Ø 50 mm
2. Straight Coupler Ø 50 mm 3 buah
3. Tee All Flange Ø 50 mm
4. Bend flange 45° Ø 50 mm



Node 61



JURUSAN

TEKNIK LINGKUNGAN

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ZONA AIR MINUM  
PRIMA (ZAMP) PDAM KOTA MALANG  
DI KECAMATAN BLIMBING

JUDUL GAMBAR

DETAIL JUNCTION

NAMA MAHASISWA

Bariqul Haq  
3310 100 071

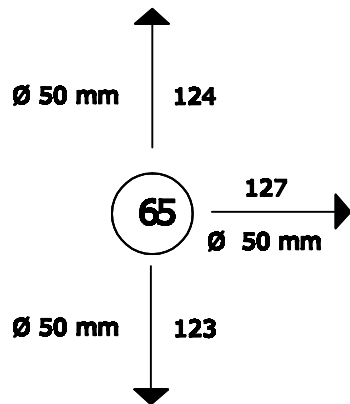
DOSEN

Dr. Ali Masduqi ST, MT.

LEGENDA

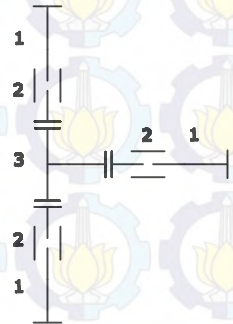
SKALA	NODE
Tanpa Skala	61
Nomor Gambar	
23	33





Keterangan :

1. Pipa Ø 50 mm
2. Straight Coupler Ø 50 mm 3 buah
3. Tee All Flange Ø 50 mm



Node 65



JURUSAN

TEKNIK LINGKUNGAN

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ZONA AIR MINUM  
PRIMA (ZAMP) PDAM KOTA MALANG  
DI KECAMATAN BLIMBING

JUDUL GAMBAR

DETAIL JUNCTION

NAMA MAHASISWA

Bariqul Haq  
3310 100 071

DOSEN

Dr. Ali Masduqi ST, MT.

LEGENDA

SKALA

NODE

Tanpa Skala

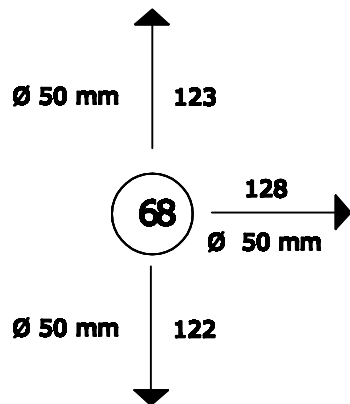
65

Nomor Gambar

Jumlah Gambar

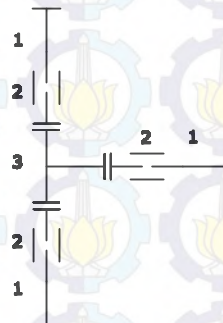
24

33



Keterangan :

1. Pipa Ø 50 mm
2. Straight Coupler Ø 50 mm 3 buah
3. Tee All Flange Ø 50 mm



Node 68



JURUSAN

TEKNIK LINGKUNGAN

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ZONA AIR MINUM  
PRIMA (ZAMP) PDAM KOTA MALANG  
DI KECAMATAN BLIMBING

JUDUL GAMBAR

DETAIL JUNCTION

NAMA MAHASISWA

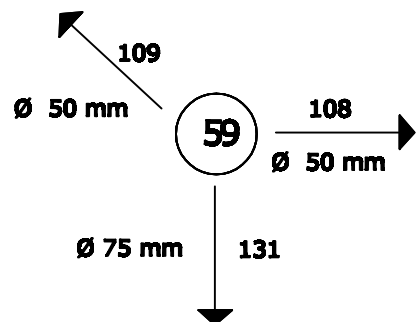
Bariqul Haq  
3310 100 071

DOSEN

Dr. Ali Masduqi ST, MT.

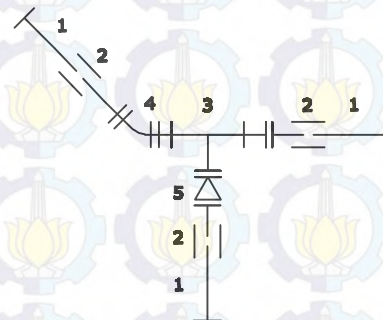
LEGENDA

SKALA	NODE
Tanpa Skala	68
Nomor Gambar	Jumlah Gambar
25	33



Keterangan :

1. Pipa Ø 50 mm
2. Straight Coupler Ø 50 mm 3 buah
3. Tee All Flange Ø 50 mm
4. Bend flange 45° Ø 50 mm
5. Reducer Ø 75 mm x 50 mm



Node 59



JURUSAN

TEKNIK LINGKUNGAN

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ZONA AIR MINUM  
PRIMA (ZAMP) PDAM KOTA MALANG  
DI KECAMATAN BLIMBING

JUDUL GAMBAR

DETAIL JUNCTION

NAMA MAHASISWA

Bariqul Haq  
3310 100 071

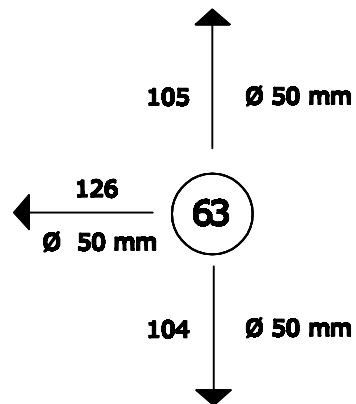
DOSEN

Dr. Ali Masduqi ST, MT.

LEGENDA

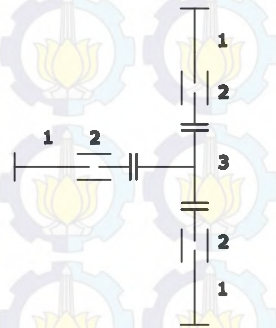
SKALA	NODE
Tanpa Skala	59
Number Gambar	Jumlah Gambar
26	33





Keterangan :

1. Pipa Ø 50 mm
2. Straight Coupler Ø 50 mm 3 buah
3. Tee All Flange Ø 50 mm



Node 63



JURUSAN

TEKNIK LINGKUNGAN

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ZONA AIR MINUM  
PRIMA (ZAMP) PDAM KOTA MALANG  
DI KECAMATAN BLIMBING

JUDUL GAMBAR

DETAIL JUNCTION

NAMA MAHASISWA

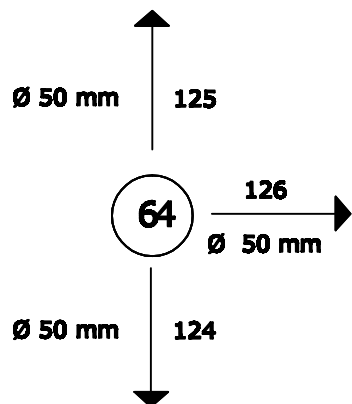
Bariqul Haq  
3310 100 071

DOSEN

Dr. Ali Masduqi ST, MT.

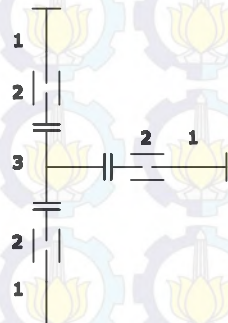
LEGENDA

SKALA	NODE
Tanpa Skala	63
Nomor Gambar	Jumlah Gambar
27	33



Keterangan :

1. Pipa Ø 50 mm
2. Straight Coupler Ø 50 mm 3 buah
3. Tee All Flange Ø 50 mm



Node 64



JURUSAN

TEKNIK LINGKUNGAN

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ZONA AIR MINUM  
PRIMA (ZAMP) PDAM KOTA MALANG  
DI KECAMATAN BLIMBING

JUDUL GAMBAR

DETAIL JUNCTION

NAMA MAHASISWA

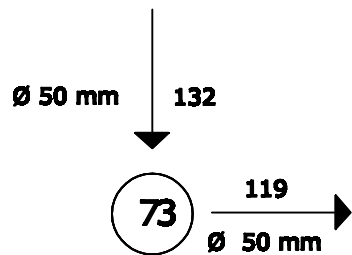
Bariqul Haq  
3310 100 071

DOSEN

Dr. Ali Masduqi ST, MT.

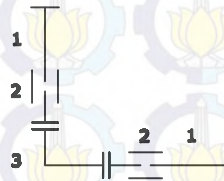
LEGENDA

SKALA	NODE
Tanpa Skala	64
Number Gambar	Jumlah Gambar
28	33



Keterangan :

1. Pipa Ø 50 mm
2. Straight Coupler Ø 50 mm 2 buah
3. Equal Elbow Ø 50 mm



Node 73



JURUSAN

TEKNIK LINGKUNGAN

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ZONA AIR MINUM  
PRIMA (ZAMP) PDAM KOTA MALANG  
DI KECAMATAN BLIMBING

JUDUL GAMBAR

DETAIL JUNCTION

NAMA MAHASISWA

Bariqul Haq  
3310 100 071

DOSEN

Dr. Ali Masduqi ST, MT.

LEGENDA

SKALA

NODE

Tanpa Skala

73

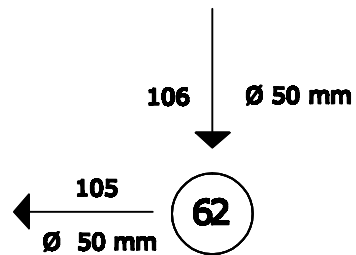
Nomor Gambar

Jumlah Gambar

29

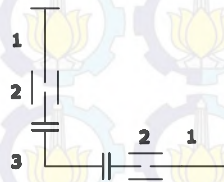
33





Keterangan :

1. Pipa  $\varnothing 50 \text{ mm}$
2. Straight Coupler  $\varnothing 50 \text{ mm}$  2 buah
3. Equal Elbow  $\varnothing 50 \text{ mm}$



Node 62



JURUSAN

TEKNIK LINGKUNGAN

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ZONA AIR MINUM  
PRIMA (ZAMP) PDAM KOTA MALANG  
DI KECAMATAN BLIMBING

JUDUL GAMBAR

DETAIL JUNCTION

NAMA MAHASISWA

Bariqul Haq  
3310 100 071

DOSEN

Dr. Ali Masduqi ST, MT.

LEGENDA

SKALA

NODE

Tanpa Skala

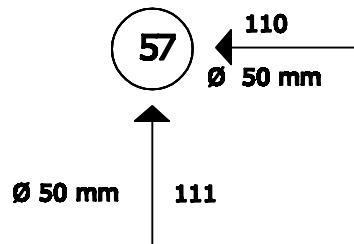
73

Nomor Gambar

Jumlah Gambar

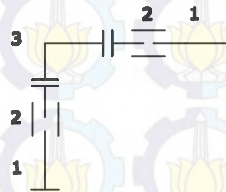
30

33



Keterangan :

1. Pipa Ø 50 mm
2. Straight Coupler Ø 50 mm 2 buah
3. Equal Elbow Ø 50 mm



Node 57



JURUSAN

TEKNIK LINGKUNGAN

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ZONA AIR MINUM  
PRIMA (ZAMP) PDAM KOTA MALANG  
DI KECAMATAN BLIMBING

JUDUL GAMBAR

DETAIL JUNCTION

NAMA MAHASISWA

Bariqul Haq  
3310 100 071

DOSEN

Dr. Ali Masduqi ST, MT.

LEGENDA

SKALA

NODE

Tanpa Skala

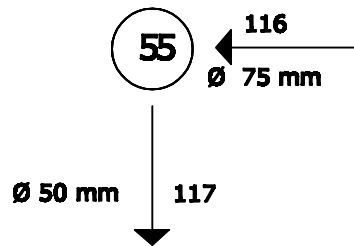
57

Nomor Gambar

Jumlah Gambar

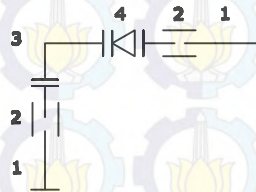
31

33



Keterangan :

1. Pipa Ø 50 mm
2. Straight Coupler Ø 50 mm 2 buah
3. Equal Elbow Ø 50 mm
4. Reducer Ø 75 x 50 mm



Node 55



JURUSAN

TEKNIK LINGKUNGAN

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN ZONA AIR MINUM  
PRIMA (ZAMP) PDAM KOTA MALANG  
DI KECAMATAN BLIMBING

JUDUL GAMBAR

DETAIL JUNCTION

NAMA MAHASISWA

Bariqul Haq  
3310 100 071

DOSEN

Dr. Ali Masduqi ST, MT.

LEGENDA

SKALA

NODE

Tanpa Skala

55

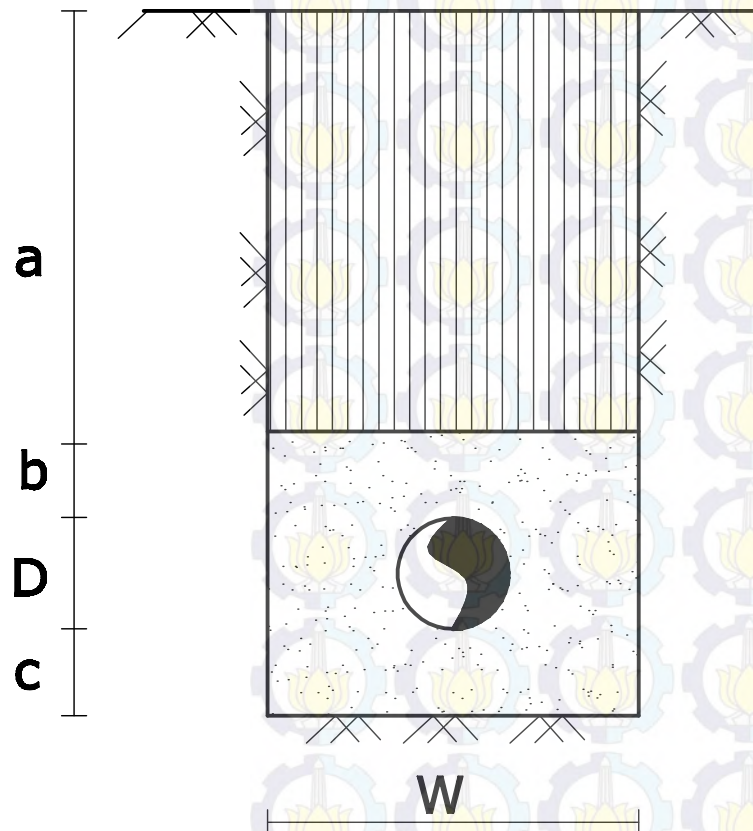
Nomor Gambar

Jumlah Gambar

32

33





**Galian Tanah Stabil**



**JURUSAN**

**TEKNIK LINGKUNGAN**

**TUGAS AKHIR**

**PERENCANAAN ZONA AIR MINUM  
PRIMA (ZAMP) PDAM KOTA MALANG  
DI KECAMATAN BLIMBING**

**JUDUL GAMBAR**

**GALIAN TANAH**

**NAMA MAHASISWA**

**Bariqul Haq  
3310 100 071**

**DOSEN**

**Dr. Ali Masduqi ST, MT.**

**Legenda dan Keterangan**

	<b>Pada Ujung</b>		<b>Diameter Pipa</b>
	<b>Tanah Ujung</b>		<b>Letak Galian</b>
	<b>Pipa PE</b>		<b>Kedalaman Ujung Tanah</b>
			<b>Kedalaman Ujung Pada</b>
			<b>Kedalaman Ujung Pada</b>

**SKALA**

**Tanpa Skala**

**Nomor Gambar**

**Jumlah Gambar**

**33**

**33**

## BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Kabupaten Gresik pada tanggal 29 Agustus 1989 dan adalah anak kedua dari empat bersaudara. Pendidikan formal yang pernah diselesaikan oleh penulis adalah tamat dari TK Tarbiyatul Wathon Campurejo Panceng Gresik, SDN 2 Campurejo Panceng Gresik, SMP N 1 S idayu Gresik dan SMA N 1 S idayu Gresik pada tahun 2008. Pada tahun 2010 penulis menempuh pendidikan

Sarjana di Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS dengan NRP 3310 100 071 melalui jalur SNMPTN. Pada masa pendidikan sarjana penulis aktif sebagai pengurus Kelompok Pecinta dan Pemerhati Lingkungan (KPPL) Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) periode 2011-2012 dan aktif dalam program kerja yang diselenggarakan KPPL HMTL dan salah satunya sebagai ketua pelaksan program kerja Susur Sungai 2012. Pada tahun ketiga penulis diberi amanah menjadi Ketua KPPL HMTL periode 2012-2013. Pada tahun 2013 penulis juga melakukan Kerja Praktek di PDAM Kabupaten Lamongan denga judul “Studi Perbandingan Efisiensi Instalasi Pengolahan Air (IPA) Konvensional dan Paket Clarifier Dalam Penurunan Kekeruhan Dalam Pengolahan Air Minum (Studi Kasus IPA Babat, PDAM Kabupaten Lamongan)”. Kritik dan saran dapat dikirim melaluia email [bariulhaq@gmail.com](mailto:bariqulhaq@gmail.com).